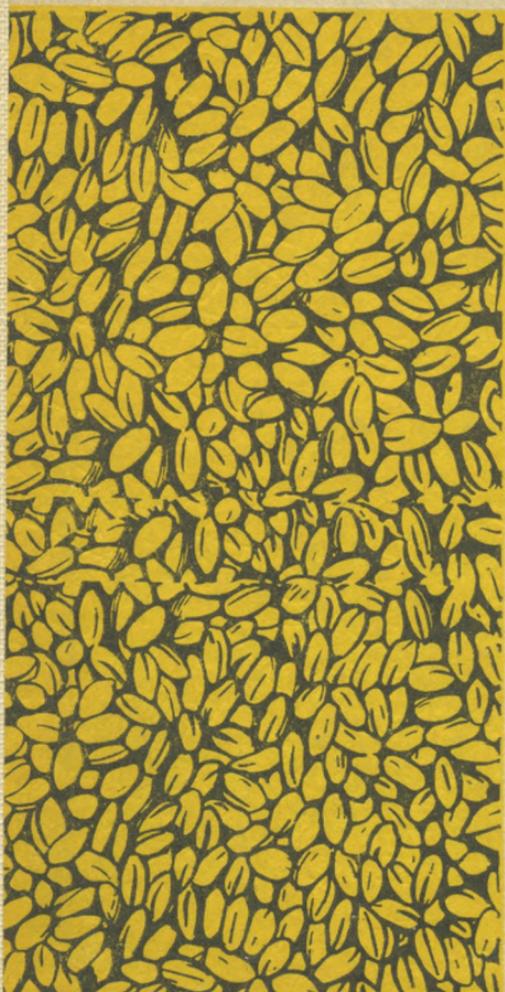


С58
993436

А.А.Созинов, Г.П.Жемела



УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ



А.А.Созинов,
академик ВАСХНИЛ
Г.П.Жемела,
доктор сельскохозяйственных наук

**УЛУЧШЕНИЕ
КАЧЕСТВА ЗЕРНА
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
И КУКУРУЗЫ**



МОСКВА, КОЛОС, 1983

633.1

ББК 42.112

С58

УДК 633.11.«324» + 633.15

Рецензент —
кандидат сельскохозяйственных наук *В. Г. Рядчиков*
(*Краснодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства*)

Созинов А. А., Жемела Г. П.
С 58 Улучшение качества зерна озимой пшеницы и
кукурузы. — М.: Колос, 1983. — 270 с., ил.

Освещены вопросы комплексного влияния внешних факторов на качество зерна озимой пшеницы и кукурузы: почвы и климата, предшественников, обработки почвы, норм высева семян, сроков сева, орошения, сорняков, вредителей, болезней, гербицидов, ретардантов, сроков и способов уборки. Изложены методы селекции на качество. Дана характеристика лучших по качеству зерна сортов и гибридов.

Для агрономов.

С $\frac{3803030101-105}{035(01)-83}$ 104—83

ББК 42.112
633.1

© Издательство «Колос», 1983

ВВЕДЕНИЕ

В Продовольственной программе СССР на период до 1990 года, одобренной майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС, отмечается, что надежное обеспечение страны продовольствием — важнейшая составная часть экономической стратегии партии на ближайшее десятилетие. Ключевая проблема в сельском хозяйстве — увеличение производства высококачественного продовольственного и фуражного зерна. Необходимо добиться устойчивого роста валовых сборов сильных и твердых пшениц, увеличить ресурсы кормового зерна, полнее использовать большие возможности кукурузы. Намечается довести в одиннадцатой пятилетке среднегодовой валовой сбор зерна до 238—243 млн. т, в двенадцатой — до 250—255 млн. т. С этой целью планируется в конкретных природно-климатических условиях обеспечить введение и освоение научно обоснованных систем земледелия, осуществить комплекс мер по переводу семеноводства зерновых культур на промышленную основу, ускорить внедрение новых сортов и гибридов, обеспечить зерновое хозяйство необходимыми материально-техническими ресурсами.

Зерно — это кладовая многих необходимых для питания человека и животных веществ, оно хорошо хранится, его можно сравнительно легко транспортировать, а также трансформировать во многие пищевые продукты — хлебобулочные изделия, макароны, крупы, хлопья и т. д., оно — основной компонент комбикормов.

Все большее значение приобретает энергетика производства продуктов. Энергетика производства зерна — одна из наиболее экономичных, так как процессы его выращивания, хранения и переработки менее энергоемки по сравнению, например, с производством сахарной свеклы, картофеля, мяса. На 1 ккал пшеничного зерна затрачивается только 0,1—0,2 ккал ископаемой энергии, а на производство сои — 0,8 ккал, мяса говядины при интенсивном откорме — 10—15 ккал. Совершенно оче-

видно, что курс КПСС на всемерное увеличение производства зерна в нашей стране глубоко научно обоснован.

XXVI съезд партии в качестве главной задачи экономического развития страны определил повышение эффективности производства и оценку результатов по конечному продукту. Используя в качестве критерия эффективности производства продуктов питания энергетическую цену пищевой калории, следует совершенно по-новому относиться к проблеме качества зерна.

В суммарном потреблении пищи доля продуктов, получаемых непосредственно из зерна или в результате его трансформации в продукты животноводства, вероятно, превышает 50 %. Совершенно очевидно, что конечная эффективность мукомольной, хлебопекарной, комбикормовой и ряда других отраслей промышленности, а также эффективность работы многих колхозов и совхозов связана с уровнем качества зерна. Высококачественное зерно пшеницы позволяет увеличить выходы муки высших сортов, расширить ассортимент хлебобулочных и пресованных изделий, обеспечить получение более полноценных кормов для животноводства, а следовательно, сократить их расход на каждую единицу произведенного продукта. Простой расчет свидетельствует о том, что повышение содержания белка в зерне пшеницы при помощи селекции или системы агротехнических и организационных мероприятий даже на 1 % может обеспечить увеличение валового сбора растительного, в том числе и пищевого, белка на сотни тысяч тонн.

Если вести расчет по конечному результату, принимая во внимание и качество пищевых продуктов, а также количество и качество животноводческой продукции, то затраты на осуществление мероприятий, направленных на повышение качества зерна, особенно на создание высокобелковых с улучшенной аминокислотной структурой сортов и гибридов зерновых культур, практически всегда окупаются сторицей. Например, если за счет внесения 1 кг азота будет получено дополнительно только 1 кг белка, то и в этом случае стоимость растительного белка будет существенно ниже, чем белка микробного происхождения.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что при рациональном использовании азота 1 кг его может обеспечить биосинтез дополнительно 2—3 кг бел-

ка. Бесспорно, он по кормовым достоинствам уступает животному, но если этот белок сбалансировать кормовым лизином, его полноценность резко возрастет.

Технологические, пищевые и кормовые достоинства зерна определяются действием двух групп факторов — генетическими особенностями возделываемых сортов и гибридов и условиями выращивания. Человек сегодня может в значительной мере управлять этими факторами. Известно, что при помощи селекции можно не только значительно улучшить многие показатели качества зерна, но и существенно изменить даже такой консервативный признак, как аминокислотный состав белков. Поэтому целесообразно прежде всего значительно усилить селекцию на повышение содержания белка в зерне и улучшение его качества. Селекционный путь всегда будет оставаться экономически самым рентабельным и надежным. Следует отметить, что биологические особенности озимой пшеницы позволяют без значительной перестройки генома формировать зерновки с содержанием белка 14—16 %, яровой — 15—17, овса — 16—18, а кукурузы — 12—13 %. У кукурузы, помимо этого, уже в ближайшие годы можно создать высокопродуктивные гибриды, синтезирующие в зерне более полноценный белок. Для пшеницы пути решения этой проблемы пока не совсем ясны. В то же время существуют возможности создания сортов или гибридов зерновых культур, у которых содержание белка и его аминокислотный состав практически близки к стандартным сортам, но биологическая полноценность зерна при кормлении животных существенно выше. Вполне возможно, что это обусловлено генетически детерминированной активностью ингибиторов или содержанием антипитательных веществ. Но существование таких генотипов доказано, и, например у ячменя, уже созданы сорта такого типа (Одесский 86).

Заслуживает внимания проблема создания зернофуражных пшениц с повышенным содержанием белка. Во многих районах страны пшеница — наиболее урожайная зерновая культура. Поэтому в структуре валового сбора зерновых она занимает большой удельный вес, и значительная часть пшеничного зерна используется и будет использоваться на фуражные цели. Имеющийся опыт свидетельствует о том, что если создать специальные сорта зернофуражных пшениц, то можно существенно увеличить валовые сборы фуражного зерна.

Условия выращивания воздействуют на качество зерна и особенно на уровень содержания в нем белка даже больше, чем генетические факторы.

В сухом и жарком климате степных районов СССР обычно формируется более высокобелковое зерно, чем, например, в Нечерноземье. Но индустриализация и химизация сельскохозяйственного производства открывает совершенно новые возможности управления процессами формирования физико-химических свойств зерна при помощи различных агротехнических приемов, рациональной системы применения удобрений, пестицидов и физиологически активных веществ, а также других управляемых человеком факторов.

Существует острая необходимость улучшения качества зерна кукурузы. В ближайшие годы площадь посева этой важнейшей зернофуражной культуры достигнет в СССР 5 млн. га. Ее зерно будет занимать все большую долю в комбикормах, предназначенных не только для птицы и других моногастричных животных, но и для жвачных. Естественно, повышение уровня биологической полноценности белка кукурузы при помощи целенаправленной селекции — одна из важнейших задач. Но даже теперь при производстве зерна обычных гибридов очень важно обеспечить при помощи агротехнических приемов более интенсивное накопление в нем белковых веществ и каротиноидов. К сожалению, в условиях производства увеличению белковости кукурузного зерна, а также повышению содержания азотистых веществ в силосной массе практически не уделяется внимания. Между тем в условиях нашей страны при хроническом дефиците кормового белка необходимо использовать все пути увеличения его производства.

Целесообразно продолжать работу по увеличению производства высококачественного пищевого зерна, в первую очередь сильных и твердых пшениц. Как убедительно свидетельствуют результаты научных исследований и производственный опыт, осуществляя комплекс мероприятий, направленных на выращивание высококачественного зерна и его рациональную заготовку, можно ежегодно получать большие товарные массы зерна сильных и твердых пшениц, в том числе и озимых. Хороший опыт получения сильных озимых пшениц накоплен в Краснодарском крае, где в течение нескольких последних лет объемы производства высококачествен-

ного пшеничного зерна увеличились в несколько раз. Существенных успехов добились хозяйства юга Украины и, в частности, Одесской области. В основе этих достижений лежит выращивание современных сортов сильной озимой пшеницы, а главное — применение на практике всего комплекса мероприятий, направленных на получение хороших урожаев высококачественного зерна.

В связи с созданием сортов озимой твердой пшеницы типа Парус, отличающихся высокой продуктивностью и хорошими технологическими свойствами зерна, открывается перспектива выращивания на юге Украины и Северном Кавказе значительных товарных партий зерна озимой твердой пшеницы, крайне необходимого для получения высококачественных пресованных изделий, а также для откорма молодняка птицы.

Не следует забывать и об улучшении качественных показателей зерна кукурузы, используемого для получения пищевых продуктов.

Учитывая значение зерна как важнейшего фактора выполнения Продовольственной программы, надеемся, что приведенные в этой книге обобщенные результаты отечественного и зарубежного опыта по проблеме улучшения качества зерна, а также накопленный авторами значительный экспериментальный материал помогут специалистам сельского хозяйства более успешно решать сложные задачи по увеличению производства высококачественного продовольствия для нашего народа.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ КАЧЕСТВО ЗЕРНА

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Крупность зерна. Среди признаков, характеризующих качество зерна, важное значение придается его крупности. Предполагалось, что чем оно крупнее, тем больше можно получить сортовой муки, так как у крупного зерна доля эндосперма в общей его массе больше. Об этом свидетельствовали исследования Н. В. Роменского (1949), который установил, что крупное зерно (сход с сита с отверстиями $2,75 \times 20$ мм и $2,25 \times 20$ мм) содержит меньше клетчатки и золы, чем мелкое (сход с сита $1,75 \times 20$ мм). Однако многочисленные лабораторные и производственные экспериментальные размолы показали, что масса 1000 зерен мало влияет на выход муки. По данным К. М. Чинго-Чингаса (1931), пшеницы, у которых масса 1000 зерен колеблется от 22,0 до 37,9 г, дают практически одинаковый выход муки. Но при этом было установлено, что зерно с массой 1000 шт. менее 22 г резко снижает мукомольные достоинства. Исследования (Боллинг и др., 1966; Зейбен и др., 1969), выполненные в ФРГ, подтвердили отсутствие связи между массой 1000 зерен и мукомольными качествами. Эта работа была проведена на большом материале с обработкой полученных данных на ЭВМ. Например, было показано, что сравнительно мелкозерная пшеница Манитоба (товарный канадский сорт) имела лучшие мукомольные достоинства, чем крупнозерная пшеница Кога. Таким образом, по современным представлениям, масса 1000 зерен не характеризует мукомольной ценности зерна. Но все исследователи единодушны в том, что пшеница с очень мелким зерном (менее 20—22 г) мало пригодна для промышленной переработки. Установлено (Мамбиш и др., 1954), что зерно с массой 1000 шт. до 15 г

необходимо обязательно удалять, так как примесь муки из таких зерен в количестве 2,5 % заметно ухудшает качество хлеба.

Существует определенная сопряженность между массой 1000 зерен и содержанием в нем белка. А. И. Марушев (1968) установил, что у яровых мягких пшениц коэффициент корреляции между этими величинами $-0,90 \pm 0,008$. Исследователь подчеркивает, что щуплое зерно, несмотря на более высокое содержание белка, имеет невысокую пищевую ценность, так как белки у него в основном находятся в периферических частях, которые удаляются при размоле. Обратную зависимость между массой 1000 зерен и содержанием белка наблюдал также Д. В. Журавлев (1933) у озимой пшеницы Северного Кавказа, но эта связь была выражена слабее ($r = -0,305$).

Во Всесоюзном научно-исследовательском селекционно-генетическом институте (ВСГИ) статистической обработке подвергались результаты определения массы 1000 зерен и содержания клейковины в муке у 1078 образцов районированных сортов озимой пшеницы — Безостая 1, Мироновская 808, Одесская 16, Одесская 26, выращенных в условиях юга Украины. В результате были найдены следующие коэффициенты корреляции между массой 1000 зерен и содержанием клейковины:

	Число образцов	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента	Уровень значимости
Безостая 1	322	$-0,242$	$0,0524$	$0,001$
Мироновская 808	254	$-0,404$	$0,0525$	$0,001$
Одесская 16	322	$-0,292$	$0,0510$	$0,001$
Одесская 26	180	$-0,233$	$0,0705$	$0,001$

Оказалось, что у всех сортов наблюдается умеренно выраженная, но достоверная обратная зависимость между массой 1000 зерен и содержанием клейковины. Однако изучение корреляционных решеток показало, что связь между этими величинами носит криволинейный характер, поэтому вычисление коэффициентов корреляции здесь не совсем правомерно.

С целью изучения характера зависимости между массой 1000 зерен и содержанием клейковины был проведен регрессионный анализ, а затем с помощью метода наименьших квадратов получены и теоретические кривые. Эмпирические кривые регрессии четырех изучавшихся

сортов приведены на рисунке 1, а теоретические кривые — на рисунке 2.

У всех четырех сортов прослеживается общая закономерность. На определенном участке эмпирические кривые регрессии идут почти параллельно оси ординат, а на обоих концах они изгибаются вверх. Если вычислить коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и содержанием клейковины без вариантов, расположенных влево от точки начала резкого подъема кривых, то связь между исследуемыми величинами почти исчезает: у Безостой 1 $r = -0,122 \pm 0,6$, $n = 282$; у Одесской 16 соответственно $-0,065 \pm 0,06$ и 266; у Одесской 26 $-0,102 \pm 0,08$ и 155, у Мироновской 808 $-0,155 \pm 0,06$ и 241.

На этом участке корреляционной решетки было сосредоточено основное количество вариантов опыта. Таким образом, нормально развитое зерно у сортов Безостая 1, Мироновская 808, Одесская 16 и Одесская 26 при выращивании на юге Украины имеет довольно широкую амплитуду колебания массы 1000 зерен, в пределах которого коэффициент корреляции и кривая регрессии показывают почти полное отсутствие связи между этим показателем и содержанием клейковины. И только тогда, когда зерно из-за неблагоприятных условий выращивания становится щуплым, более мелким, чем характерное для данного сорта, наблюдается ненормальное повышение относительного содержания клейковины в зерне.

Обратная зависимость между массой 1000 зерен и содержанием клейковины у сорта Безостая 1 в наших опытах начинала проявляться после снижения массы 1000 зерен менее 34 г, у сортов Мироновская 808 — менее 32,5, Одесская 16—31, Одесская 26—35 г. Интересно отметить, что у всех сортов наблюдается некоторое повышение содержания клейковины не только у мелкозерных образцов, но и тогда, когда благоприятные условия выращивания способствовали образованию очень крупного для данного сорта зерна.

Из установленной закономерности вытекает важное для селекционеров правило — характеризовать наследственный уровень белковости сорта можно только по результатам исследования зерна, нормального для данного сорта. Образцы, выращенные в неблагоприятных для налива условиях, не могут дать представления о наслед-

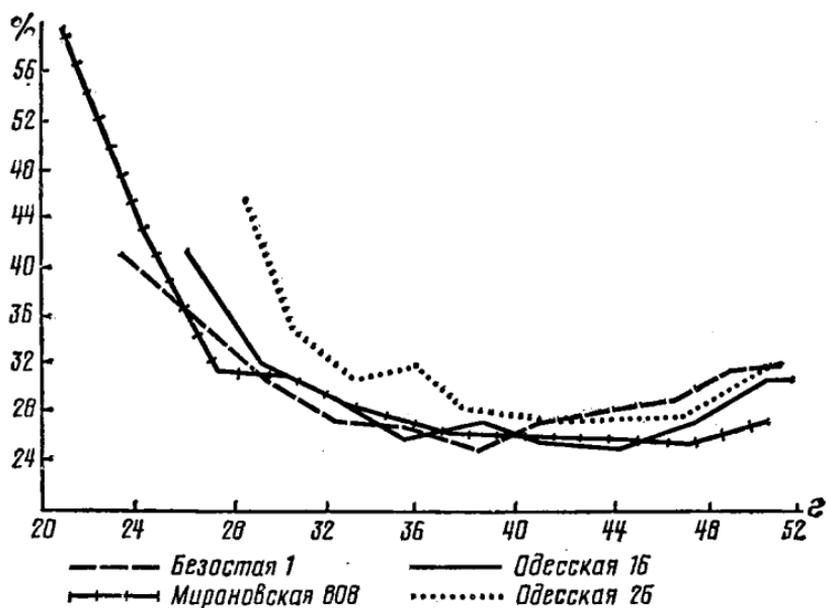


Рис. 1. Эмпирические кривые изменчивости содержания клейковины в зависимости от массы 1000 зерен и сортов озимой пшеницы.

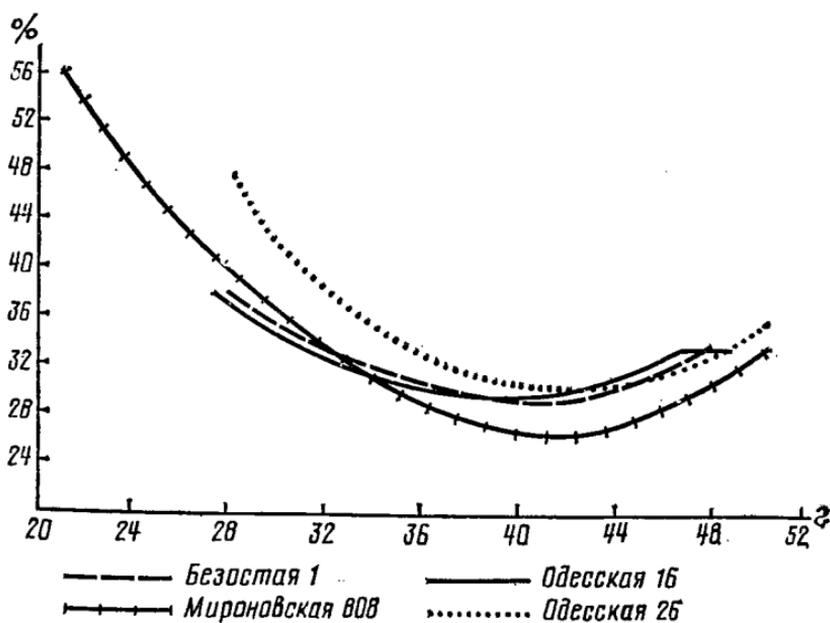


Рис. 2. Теоретические кривые изменчивости содержания клейковины в зависимости от массы 1000 зерен у сортов озимой пшеницы.

ственных возможностях сорта. Это необходимо учитывать также при оценке качества зерна мировой коллекции. Например, в опыте, где масса 1000 зерен сорта Мироновская 808 из-за неблагоприятных условий развития составила 22—24 г, он существенно превысил по содержанию белка и клейковины сорт Одесская 26. На основании этих данных можно заключить, что первый сорт более высокобелковый, хотя это не соответствует действительности, так как Одесская 26 по своей наследственной природе относится к более высокобелковым сортам, чем Мироновская 808.

Цвет зерна. Высококачественное здоровое зерно большинства районированных сортов озимой мягкой пшеницы имеет однородную темно-красную окраску. Наличие в зерновой массе этих сортов большого числа желтобоких зерен, как правило, сопряжено с пониженными мукомольными и хлебопекарными качествами. Однако это не всегда относится к так называемому обесцвеченному зерну, которое потеряло окраску под воздействием осадков, выпавших после его созревания. Оно при наличии достаточного количества клейковины сохраняет свои технологические свойства. Поэтому обесцвеченное зерно, имеющее содержание и качество клейковины на уровне требований стандарта, должно заготавливаться как сильная пшеница.

Натурная масса зерна, или натура. Уровень базисных кондиций для натуры зерна озимой пшеницы равен 755 г/л, для сильной пшеницы — он ограничительный. Твердая пшеница в зависимости от класса может иметь натурную массу не менее 770 или 745 г/л. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что масса 1 л зерна не сопряжена с его мукомольными достоинствами. Однако зерно с натурой менее 750 г/л, как правило, имеет пониженный выход муки. Поэтому более точно можно сказать, что у зерна озимой пшеницы с массой 1 л более 750 г отсутствует сопряженность между этим показателем и выходом муки.

Стекловидность. Не установлено также достоверной зависимости мукомольных достоинств от стекловидности зерна. Более надежным критерием в этом отношении может служить твердозерность, которая в значительной мере определяется генотипическими особенностями сорта. Мукомольные достоинства твердозерных пшениц ухудшаются только при запале зерне, а также при его

выращивании в условиях дефицита азота, особенно, если этот дефицит сочетается с избыточным увлажнением.

Повреждение зерна. Пшеница в процессе созревания, уборки, подработки и хранения может подвергаться различным повреждениям, которые снижают ее мукомольные и хлебопекарные достоинства. В нашей стране чаще всего встречается так называемое морозобойное зерно, главным образом яровой пшеницы, а также с примесью проросших зерен.

Воздействие отрицательных температур в период, когда зерно еще не созрело и находится на корню, приводит к вздутию оболочек и потере естественной окраски. Мукомольные и хлебопекарные достоинства пшеницы при этом снижаются.

При прорастании на корню или в валках зерно обычно теряет стекловидность и цвет, снижаются его мукомольные качества и повышается диастатическая активность муки. Если прорастание было значительным, мякиш испеченного хлеба становится влажным, объем — низким, поры — грубыми. Небольшая примесь проросших зерен может оказать положительное влияние на хлебопекарные достоинства муки.

Для определения степени поврежденности зерна в результате его прорастания на корню, в валках или после уборки Хагберг (Швеция) разработал метод определения числа падения, который широко используется в Европе. Он основан на давно известной закономерности снижения вязкости мучного клейстера, приготовленного из муки размолотого зерна, в котором ферменты амилазного комплекса приобрели высокую активность в процессе прорастания. Чем выше активность ферментов и степень разрушения крахмала, тем меньше вязкость. Число падения служит одним из показателей, по которому в некоторых странах определяют цену пшеницы и ржи. Его широко используют для оценки селекционного материала с целью создания сортов, устойчиво противостоящих прорастанию на корню.

Повреждение зерна может наблюдаться также при обмолоте вследствие неправильной регулировки молотилки комбайна. Высокое содержание битых и поврежденных зерен ухудшает мукомольные качества и затрудняет хранение пшеницы. Особенно опасно механическое повреждение для семенного зерна. Даже после удаления битых зерен оставшиеся на вид целые зерна имеют боль-

шое количество микротравм, которые отрицательно сказываются на полевой всхожести семян и в конечном счете — на урожайности.

Влажность зерна. Этот показатель имеет очень большое значение для хранения зерна. От наличия влаги зависит интенсивность его жизненных процессов и поселившихся на нем микроорганизмов. При влажности менее 15 % процессы дыхания в зерне идут медленно и оно может храниться длительное время. При более высокой влажности усиливается дыхание, активизируются микробиологические процессы, более активными становятся вредители. Температура влажной зерновой массы начинает повышаться, наблюдается так называемое самосогревание, от которого качество зерна резко ухудшается и оно может стать совершенно непригодным для пищевых целей.

Во многих северных районах страны влажность зерна пшеницы при уборке превышает 18—20 %. Такое зерно нуждается в досушивании, так как его нельзя долго хранить. Стандартом на зерно сильных и твердых пшениц установлено, что влажность заготавливаемого зерна не должна превышать в южных районах 17 %, а в более северных — 19 %.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА

Зерно — кладовая множества веществ, необходимых для развития организма человека и животных. В нем содержатся белки, углеводы, витамины, жиры, минеральные вещества. Пшеница служит одним из основных источников растительного белка. Например, в 1978 г. (отчет ФАО) мировой валовой сбор пшеничного зерна составил 441,5 млн. т, в нем содержалось 53,9 млн. т растительного белка. Это 23,4 % всего полученного в этом году растительного белка из всех его источников, включая водоросли. Белок кукурузы составил 14,6 % этого количества, риса — 12,4 %.

Пшеничное зерно состоит из зародыша (3—5 %), наружного перикарпия, слоя поперечных и трубчатых клеток, семенной оболочки (8,3 %), алейронового слоя (7 %), роговидного и мучнистого эндосперма (более 80 %).

Пшеничный зародыш содержит около 350 мг/кг токоферолов (витамина Е). Более половины их относятся к биологически активным (Мастерс и др., 1964).

Основной недостаток зерна злаков — сравнительно невысокое содержание белка, но главное, что этот белок дефицитен по некоторым незаменимым аминокислотам и особенно по содержанию лизина (табл. 1).

1. Содержание белка и важнейших (незаменимых) аминокислот в нем у основных зерновых культур в сравнении с белком куриного яйца (по Созинову, 1979)

Культура	Содержание белка, %	Содержание аминокислот в белке, %							
		лизина	метионина	треонина	триптофана	изолейцина	лейцина	фенил-аланина	валлина
Пшеница	12,5	2,8	1,5	2,9	1,2	4,3	6,7	4,9	4,6
Ячмень	11,0	3,4	1,4	3,4	1,3	4,3	6,9	5,2	5,0
Кукуруза	10,0	2,9	1,9	4,0	0,6	5,6	13,0	4,5	5,1
Рожь	11,0	3,7	1,6	3,7	1,1	4,3	6,7	4,7	5,2
Рис	7,5	4,0	1,8	3,9	1,1	4,7	8,6	5,0	7,0
Овес	14,0	4,0	1,5	3,3	1,3	5,2	7,5	5,3	6,0
Сорго	11,0	2,7	1,7	3,6	1,1	5,4	16,1	5,0	5,7
Горох	23,0	7,3	1,2	3,9	1,1	5,6	8,3	5,0	5,6
Соя	34,8	6,9	1,5	4,3	1,5	5,9	8,4	5,4	5,7
Куриное яйцо	12,8	6,4	3,1	5,0	1,7	6,6	8,8	5,8	7,4

Белок зерновок пшеницы и кукурузы состоит из нескольких тысяч белков, имеющих различные функции — структурные, транспортные, защитные, запасные и т. д. Основное число белков представлено различными ферментами, обеспечивающими жизнедеятельность клеток в период формирования и налива зерна, а также развитие растения при прорастании семени. Наибольший удельный вес в белках зерновки имеют запасные: растворимые в спирте — проламины и щелочерастворимые — глютенины. Пшеничные проламины называются глиадинами, а кукурузные — зеннами. Доля запасных белков в суммарном белке составляет 80—85 %. Они служат главным источником азота для растения в период прорастания семени. Около 8—10 % белков представлено растворимыми в воде альбуминами и 4—6 % — извлекаемыми раствором солей глобулинами. В состав этих белков входят ферменты, ингибиторы и другие функционально активные белки.

Синтез всех белков растений происходит как на свободных рибосомах, так и на прикрепленных к мембранам. Важно, что синтез каждого белка регулируется генетически, и, вероятно, каждый простой белок является непосредственным продуктом деятельности структурного гена.

С точки зрения использования зерна для пищевых и кормовых целей важное значение имеют запасные белки. Это связано с тем, что они составляют основную часть белка зерна, а у пшеницы обуславливают хлебопекарные достоинства муки.

В последние десятилетия были проведены многочисленные исследования свойств запасных белков и особенностей их биосинтеза. Установлено, что проламины у пшеницы и кукурузы гетерогенны. Наибольшие успехи в изучении гетерогенности белков пшеницы и кукурузы были достигнуты с помощью электрофореза на гелевых носителях. Особенность этого метода заключается в том, что раствор белков наносится на один конец пластины или трубочки геля. Под влиянием постоянного тока молекулы белка мигрируют в гель. Скорость продвижения их зависит от крупности и электрического заряда. Так как индивидуальные белки различаются по этим свойствам, они движутся с различной скоростью и разделяются по длине геля. После фиксации и окрашивания на геле проявляются полосы, которые представляют индивидуальные белки или группы белков, близкие по своим свойствам.

Наиболее результативными стали исследования белков злаков с помощью электрофореза после того, как Смитис (1955) и Раймонд (1959) предложили использовать в качестве носителя крахмальный и полиакриламидный гели, а Джонес, Тайлер и Санти (1959) применили алюминиево-молочнокислый буфер. Каулсон и Сим (1961, 1965), используя этот буфер, разделили глиадины на 20 компонентов, а А. А. Созинов, Ф. А. Попереля и М. Г. Парфентьев (1970) — на 18—28 компонентов у мягких и 12—21 у озимых твердых пшениц. Ригли и Шефферд (1974), сочетая метод электрофореза с электроизофокусированием, разделили глиадин яровой мягкой пшеницы сорта Чайниз Спринг на 45 компонентов.

Войчик, Боуди и Димлер (1961) предложили условно разделить проламины пшениц по их подвижности в кислой среде на α -, β -, γ - и ω -глиадины. Фракции α , β и

γ имеют близкую молекулярную массу (31 000—34 700) и аминокислотный состав, который характеризуется высоким содержанием (35—40 %) глютаминовой кислоты и глутамина, 15—20 % пролина, 2,5 % цистина, 1 % метионина и только 0,5—0,7 % лизина. Глиадины ω имеют более высокую молекулярную массу (64 000—73 000) и отличаются почти полным отсутствием серосодержащих аминокислот метионина и цистина.

Кроме этого, показано (Нильсен и др., 1968), что в состав глиадинов входят около 6 % белков, которые не мигрируют в гель и имеют молекулярную массу около 100 000. Они получили наименование — высокомолекулярные глиадины.

Молекулы глютеина не мигрируют в гель. При помощи седиментационного анализа было показано, что глютеины состоят из компонентов с молекулярной массой от 50 000 до 300 000 (Джонес и др., 1961). После расщепления межмолекулярных S—S связей глютеины распадаются на значительное количество полипептидов с молекулярной массой от 11 600 до 133 000 (Биц, Уолл, 1972, 1973). Некоторые из этих субъединиц близки по своим свойствам к глиадиновым, часть к альбуминам и глобулинам, но глютеины содержат также специфические полипептиды с молекулярной массой более 100 000. Некоторые исследователи считают, что глютеины — это ассоциация молекул глиадинов, альбумина и глютеина, но Грабар (1965) и Эверт (1972) показали, что белковые компоненты глютеина обладают близкой, но не идентичной структурой.

Выполненные в последние годы исследования (Ф. А. Попереля) позволили установить, что часть белковых блоков компонентов глиадинов, бесспорно, включается в состав глютеина. Вместе с тем в этом белке, вероятно, есть и специфические высокомолекулярные белки, структурные гены которых локализованы не в глиадинкодирующих локусах.

Глиадины и глютеины пшеницы — клейковинообразующие белки. В водной среде их молекулы способны быстро агрегировать и создавать густую сеть тяжелей, которые и обуславливают образование теста при замесе с водой пшеничной муки. От количества клейковины и ее качества в основном зависят реологические свойства теста, а также объем хлеба и пористость его мякиша.

Установлено, что качество клейковины здорового

зерна в основном определяется сортовыми особенностями (Княгиничев, 1951, 1958; Роменский и др., 1958; Вакар, 1951; Созинов, 1970). Однако условия выращивания также оказывают существенное влияние. Под воздействием погодных факторов, агротехники, почвы одни и те же сорта могут формировать клейковину разного качества. Оно резко ухудшается при повреждении зерновок вредной черепашкой.

Изучению причин изменчивости качества клейковины посвящено большое число работ. Предполагалось, что основная роль принадлежит отношению глиадина и глютеина. Но исследования Княгиничева (1940) и Вакара (1964) показали, что взаимосвязь между отношением глиадин : глютеин и хлебопекарными свойствами муки отсутствует. Вместе с тем было установлено, что клейковина сильных пшениц менее растворима в растворах салицилата натрия и уксусной кислоты. На этой основе даже предложены методы оценки качества зерна по величине нерастворимого в уксусной кислоте остатка клейковинных белков.

Высказывалось мнение, что хлебопекарные качества зерна связаны с аминокислотным составом белков клейковины. Однако опыты ряда исследователей (Пенс, 1950; Кизима, 1951; Вакар, 1968; Созинов, Попереля, 1969, и др.) показали, что даже резко различающиеся по качеству сорта не имели существенных различий в аминокислотном составе.

Важное значение для качества клейковины имеют дисульфидные (S—S) связи. Было установлено, что клейковина сортов сильной пшеницы содержит больше S—S связей, чем слабых. Однако количество дисульфидных связей подвержено существенной изменчивости под влиянием условий произрастания и хранения, поэтому этот критерий не может быть достаточным для определения качества клейковинного комплекса (Козьмина, 1967). Вероятно, основную причину изменчивости качества клейковины следует искать в гетерогенности и полиморфизме белков (см. главу II).

Как правило, хлебопекарные качества зерна одного сорта находятся в прямой зависимости от содержания клейковины, а следовательно, и белка, так как между этими показателями существует довольно тесная ($r = 0,9$) корреляция (рис. 3).

Установлено, что гены, контролирующие синтез глиа-

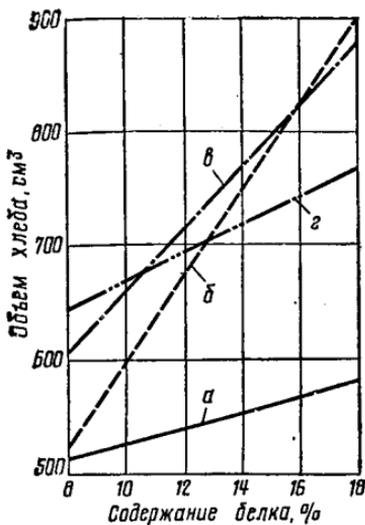


Рис. 3. Объем хлеба в зависимости от содержания белка в зерне различных сортов:

а — Восход; б — Безостая 1;
в — Одесская 51; г — Прибой.

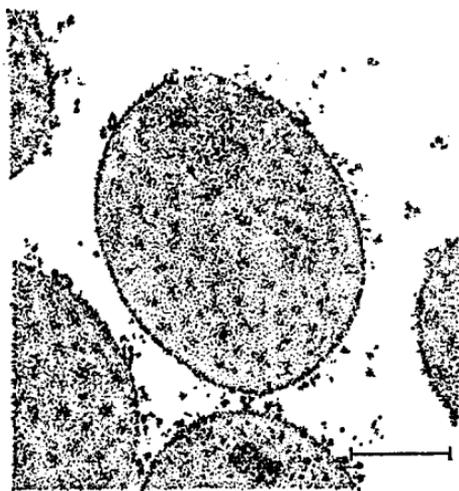


Рис. 4. Характер размещения запасных белков в клетке (по Б. Барр и Ф. А. Барр).

дина пшеницы, локализованы в хромосомах 1A, 1B, 1D, 6A, 6B, 6D (Шефферд, 1968), а зеина у кукурузы — в хромосомах 4, 7, 10. Изучены не только аминокислотный состав, но и последовательность аминокислотных остатков некоторых проламинов.

Показано, что эти белки насыщены аминокислотными остатками глютаминовой кислоты и пролина. В последние годы удалось выяснить еще одну важную особенность биосинтеза проламинов. Установлено, что запасные белки семян синтезируются на рибосомах, прикрепленных к мембранам эндоплазматического ретикулула. Растущие полипептидные цепи проникают через мембрану, соединяются с остатком глюкозы и образуют так называемые белковые тела (рис. 4) (Барр, 1979).

Крайне важно, что при синтезе запасных белков они сразу же выводят из цитоплазмы и не образуют растворимого продукта. Благодаря этому, независимо от общего количества в зерновках запасных белков, их концентрация в цитоплазме не повышается. Таким образом, теоретически удельный вес белка в зерне может быть

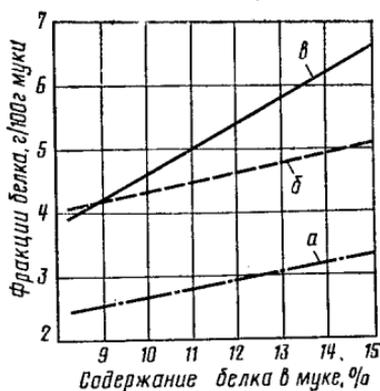


Рис. 5. Содержание фракций белка в зависимости от суммарного его количества в муке пшеницы:

а — солеорастворимая фракция; б — глютенины; в — глиадины.

до 19 %. Очевидно, факторы, лимитирующие рост концентрации белка в зерновках на высокоурожайных участках, не связаны с недостаточной эффективностью белоксинтезирующей системы в зерне.

Установлено, что при повышении белковости зерна одного сорта под влиянием условий выращивания синтез спирторастворимых белков идет быстрее (рис. 5).

Это обуславливает уменьшение концентрации лизина в суммарном белке по мере увеличения его концентрации в зерновке. Такая обратная зависимость отмечалась многими исследователями, она связана с повышением удельного веса в суммарном белке проламинов, которые у пшеницы имеют всего 0,5—0,7 % лизина, а у зерна кукурузы — 0,3—0,4 %. Установленная закономерность позволяет рассчитывать содержание лизина в белке определенного сорта при различных уровнях белковости зерна. Но следует иметь в виду, что зависимость имеет криволинейный характер и при содержании белка более 14—15 % она почти не проявляется.

Несмотря на наличие такой обратной зависимости, содержание лизина в единице массы зерна по мере увеличения его белковости растет. Это объясняется тем, что некоторое снижение количества лизина в белке оказывает меньшее влияние на его концентрацию в зерне,

значительно увеличен без ущерба для метаболических процессов в клетках. Вероятно, причины, обуславливающие относительно низкую белковость зерна пшеницы и особенно кукурузы, не связаны с отрицательными воздействиями возрастающей концентрации белка на интенсивность его биосинтеза. О значительной лабильности белоксинтезирующей системы зерновок свидетельствует то, что, например, в наших опытах у сорта озимой пшеницы Безостая I концентрация белка в зерне под влиянием условий выращивания колебалась от 8

чем прирост белковости. Например, если содержание белка в пшеничном зерне равно 10 %, а количество в нем лизина — 2,8 %, то в 100 г зерна будет 2,8 г лизина. Если же содержание белка будет 14 % и количество в нем лизина понизится до 2,6 %, то в 100 г зерна будет 3,6 г лизина, или на 0,8 г больше.

В опытах показано, что при скармливании высокобелкового зерна пшеницы прирост массы животных был выше, чем при кормлении пшеницей с низким содержанием белка (Джонсон, 1975). При скармливании высокобелкового (17,3 %) зерна кукурузы среднесуточные привесы поросят были ниже (256 г), чем при скармливании обычной (10,7 % белка) кукурузы (378 г) (Рядчиков, 1978). Это объясняется ростом имбаланса аминокислот за счет увеличения дефицита по лизину и триптофану при увеличении белковости зерна кукурузы.

Необходимо подчеркнуть, что добавление лизина и триптофана резко увеличивает кормовые достоинства кукурузы.

Высокий эффект отмечали многие исследователи при введении дополнительного лизина в кормовые рационы, в которых основную часть составляло пшеничное зерно. В опытах В. Г. Рядчикова (1978), проведенных в условиях производства, было установлено, что среднесуточный прирост массы свиней на рационах с пшеницей и ячменем составил соответственно 609 и 632 г. Пища с пшеницей хуже поедалась, но при ее использовании корм оплачивался несколько лучше. Добавление к пшеничному рациону лизина обеспечивало значительно лучшую поедаемость, среднесуточный прирост массы увеличивался до 714 г. Но самое важное, что свиньи на рационе пшеница+лизин давали больше нежирного мяса, а сало и сырокопчености по вкусу были лучшими на пшеничном рационе, чем при кормлении ячменем.

В настоящее время на корм скоту используется значительная часть (до 40 %) валового сбора пшеницы и практически все зерно кукурузы. Учитывая острую потребность в фураже, следует полагать, что часть пшеничного зерна (30—40 млн. т) будет использоваться комбикормовой промышленностью и в будущем. По сбору белка с гектара при внесении достаточного количества азота пшеница может успешно конкурировать с зерновыми бобовыми культурами. Так, при среднем содержании белка в пшеничном зерне 14 % и обычном для мно-

гих хозяйств уровне урожайности 35 ц/га сбор белка составляет 490 кг/га, а при урожайности гороха 18 ц/га — 396 кг/га. Однако горох и другие зерновые бобовые имеют более полноценный белок.

Учитывая возможность наращивания мощностей по производству лизина микробиологической промышленностью, а также синтетического лизина, целесообразно добиваться повышения содержания белка в зерне основных злаковых культур (пшеница, ячмень, кукуруза) и осуществлять улучшение кормовых достоинств комбикормов путем добавления лизина.

Пути повышения белковости зерна будут рассмотрены в следующих главах. Необходимо только подчеркнуть, что для получения 1 т белка пшеницы требуется затрачивать значительно меньше ископаемой энергии (энергии нефти, природного газа, угля), чем для получения такого же количества микробиального белка. Например, по расчетам, выполненным норвежскими учеными, при расходовании на выращивание пшеницы (обработка почвы, удобрения, уборка и т. д.) одной мегакалории ископаемой энергии в выращенном урожае будет содержаться вдвое больше энергии, так как растения накапливают энергию за счет фотосинтеза. В то же время энергия микробиальной массы составляет только 0,14 части затраченной ископаемой энергии.

Совершенно очевидно с точки зрения энергоемкости производства, а следовательно, и стоимости, что микробиальный белок не может конкурировать с белком растительного происхождения.

В условиях производства обычно наблюдается снижение белковости зерна пшеницы по мере роста урожайности. Так, по данным И. Г. Калининко (1978), достигнутое за последнее десятилетие удвоение урожайности сопровождалось снижением белковости пшеничного зерна с 17—18 до 11—12 %. На юге Украины при увеличении за последние 45 лет урожайности озимой пшеницы с 15—16 до 28—30 ц/га уровень белковости зерна снизился с 15—16 до 11—12 %. Снижение этого показателя по мере роста урожайности в условиях производства отмечается во многих районах страны. Следует иметь в виду и то, что в последние годы под влиянием интенсивной обработки почвы здесь наблюдается также уменьшение содержания гумуса, то есть ухудшение условий азотного питания растений, что снижает белковость зерна. Обра-

ная зависимость между урожаем и белковостью зерна наблюдалась многими исследователями, особенно работающими в Западной Европе. Необходимо подчеркнуть, что в этом разделе мы рассматриваем обратную зависимость между урожаем и белковостью зерна, которая связана только с условиями выращивания, а не с генотипическими различиями.

В настоящее время не существует единого мнения о причинах этого явления. Ясно, что изменение белковости зерна связано с различными темпами накопления азотистых веществ и углеводов. Если темпы накопления углеводов в зерне значительно опережают поступление в зерновку азотистых веществ, то белковость зерна падает.

Одну из главных причин обратной зависимости урожайности и белковости многие исследователи видят в энергетике процессов биосинтеза белков и углеводов. Синклер и де Вит, изучив закономерности накопления белка и углеводов в семенах 24 культур, пришли к заключению, что у любого вида злаковых, зерновых бобовых и масличных культур одновременный рост белковости зерна и урожайности несовместим с точки зрения энергетики. Выполненные Пеннингом де Фризом с соавторами исследования биоэнергетики синтеза белков, углеводов и жиров показали, что в растениях в аэробных условиях 1 г глюкозы может быть использован для получения 0,83 г углеводов или 0,40 г белков (принимая нитраты за источник азота), или 0,33 г липидов.

Казалось бы, все данные свидетельствуют о том, что по мере увеличения урожайности зерна должно неизбежно наблюдаться снижение его белковости. Однако расчеты показывают, что увеличение белковости зерна, например пшеницы, не сопряжено с резким возрастанием затрат энергии, получаемой в результате фотосинтеза (табл. 2).

Таким образом, для увеличения содержания белка в зерне на 1 % необходимо увеличить накопление продуктов фотосинтеза на 1 %. А. Н. Хохлов подсчитал, что при увеличении белковости зерна с 10 до 20 % затраты энергии на его формирование возрастают всего на 8 %. При этом необходимо отметить, что все указанные расчеты исходят из первичного отношения затрат энергии на биосинтез белков и углеводов. Однако уровень белковости зерна зависит от ряда других факторов, в частности от

2. Затраты энергии на увеличение содержания белка в зерне мягкой пшеницы (по Бхатия, Рэбсон, 1976)

Вещество	Количество, %	КП*	Потребность в энергии, эквивалентная количеству глюкозы, г
<i>Расход энергии при белковости зерна 14 %</i>			
Углеводы	82	0,83	98,80
Белок	14	0,40	35,00
Жиры	2	0,33	6,06
Минеральные вещества	2	—	—
Всего	100	—	139,86
<i>Расход энергии при белковости зерна 15 %</i>			
Углеводы	81	0,83	97,59
Белок	15	0,40	37,5
Жиры	2	0,33	6,06
Минеральные вещества	2	—	—
Всего	100	—	141,15

* Коэффициент перевода 1 г глюкозы в соответствующий компонент зерна.

интенсивности перекачки азотистых веществ из вегетативной массы в зерновки.

Таким образом, «конкуренция» за энергию не может служить главной причиной обратной связи между урожаем и белковостью зерна. В пользу этого утверждения свидетельствует также то, что у подсолнечника не наблюдается четкой обратной зависимости между урожайностью и масличностью семян. По данным А. Б. Дьякова (1974), существует даже некоторая положительная корреляция между этими признаками. В то же время, как уже указывалось, синтез жиров сопряжен с более значительными затратами энергии по сравнению с биосинтезом белков.

Вероятно, в районах, где энергетический уровень среды недостаточен и во время вегетации, а особенно в период налива зерна стоит пасмурная, прохладная погода, конкуренция за энергию между углеводами и белками может проявляться. Это характерно, например, для Англии. Но в СССР возделывание пшеницы и кукурузы

в основном концентрируется в зоне, где в период налива зерна, как правило, стоит погода с большим числом часов солнечного сияния. А как показали специальные опыты, дополнительное освещение пшеницы (Джонсон и др., 1969; Ваггонер, 1969) способствует повышению урожая и белковости зерна. Эффект особенно усиливался при повышении концентрации углекислоты в воздухе (Хордман, Брун, 1976; Харди, Хавелка, 1975). Это связано с тем, что активное усвоение азота возможно только при интенсивном синтезе углеводов. Очевидно, следует рассматривать процессы биосинтеза углеводов и белков не как антагонистические, а взаимосвязанные. В растениях для оптимального роста и накопления высокого урожая должно поддерживаться, пусть даже в широких пределах, равновесие между усвоением углерода и азота. Это равновесие можно сохранять только при отсутствии помех для их накопления.

В нашей стране на полях с высокой культурой земледелия условия для накопления углеводов в зерне обычно складываются достаточно благоприятно, что подтверждается ростом урожайности злаков, но уровень обеспеченности азотом, как правило, недостаточен. Простые расчеты свидетельствуют о том, что озимая пшеница при достигнутом уровне урожайности выносит из почвы 120—150 кг/га азота. В то же время с органическими удобрениями и минеральными туками поступает обычно только 50—60 кг азота. Дефицит, особенно остро проявляющийся в период налива зерна, нарушает азотное питание.

Растения пшеницы очень активно извлекают весь доступный азот из почвы. Об этом свидетельствует то, что после колошения в ней, как правило, обнаруживаются только следы нитратов. Но при высоком урожае потребность в азоте резко возрастает, а его в почве, как правило, недостает. Это отрицательно сказывается на биосинтезе белка в зерновках. Именно дефицит доступного азота в почве — главная причина снижения белковости зерна при росте урожайности пшеницы в условиях, характерных для большинства районов ее возделывания.

При высокой культуре земледелия и достаточном азотном питании в районах с необходимым энергетическим уровнем среды обратная зависимость между урожаем и белковостью почти не проявляется. Например, в опытах ВСГИ на юге Украины, где вносилось необходи-

мое количество азота, обратная зависимость между содержанием клейковины в муке сорта Одесская 16 и урожайностью почти не проявилась ($r=0,15\pm 0,07$; $n=158$). В международном питомнике озимых пшениц, которые испытывали в 36 странах, в основном расположенных в зоне с достаточно высоким энергетическим уровнем среды, коэффициент корреляции между урожаем и белковостью зерна у сорта Безостая 1 составил 0,11, у сортов Скаут $-0,2$, Триумф 64 $-0,01$, Виналта $-0,03$, Гейне III $-0,43$. Необходимо подчеркнуть, что различия в уровне урожайности и белковости зерна между различными точками были значительными, но почти во всех опытах в почву вносили достаточное количество азота.

Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время основным фактором, лимитирующим уровень белковости товарного зерна озимой пшеницы в главных районах его производства, является обеспеченность растений доступным азотом на протяжении всей вегетации, особенно в период налива зерна.

Наилучшие условия для получения высокого урожая высокобелкового зерна складываются при хорошей обеспеченности растений азотом, некотором дефиците доступной влаги и повышенных температурах в период налива зерна, высокой интенсивности света, особенно коротковолновой части спектра.

Усредненный химический состав зерна кукурузы приведен в таблице 3. Необходимо подчеркнуть, что в состав

3. Состав (%) отдельных частей зерна желтой зубовидной кукурузы (по Леонарду и Мартину, 1963)

Вещество	Эндосперм	Зародыш	Перикарпий	Глодопожка
Белок	73,1	23,9	2,2	0,8
Жиры	15,0	83,2	1,2	0,6
Сахара	28,2	70,0	1,1	0,7
Крахмал	98,0	1,3	0,6	0,1
Зола	18,2	78,5	2,5	0,8

углеводов включены крахмал -61% , сахар $-1,4\%$, пентозаны $-6,0\%$. Отдельные части зерна сильно отличаются по содержанию различных веществ.

Белок зерна кукурузы состоит из водорастворимых альбуминов (8,9%), солерастворимых глобулинов (4,4%), спирторастворимого белка — зеина (27,8%), щелочерастворимых глютелинов (37,5%) и неизвлекаемых белков — склеропротеинов (14,4%).

Аминокислотный состав белков некоторых зерновых культур приведен в таблице 4.

4. Содержание лизина, метионина и триптофана в белковых фракциях зерна (по Рядчикову, 1978)

Культура	Альбумины			Глобулины			Проламины			Глютелины		
	Л	М	Т	Л	М	Т	Л	М	Т	Л	М	Т
Пшеница	3,9	1,8	2,8	3,0	1,1	1,2	0,7	1,2	0,7	1,7	1,6	0,8
Кукуруза	5,1	1,5	2,0	6,0	1,2	0,8	0,2	0,9	0,1	2,4	3,1	0,9
Ячмень	4,5	2,0	1,8	4,7	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	4,0	1,9	1,3
Овес	8,2	2,4	1,7	5,5	1,8	0,8	3,3	3,7	1,2	5,0	1,8	—

Примечание. Л — лизин, М — метионин, Т — триптофан.

Как показывают данные таблицы 6, альбумины, глобулины и глютелины кукурузы лучше сбалансированы по дефицитным аминокислотам, чем аналогичные белки пшеницы, хотя и уступают в этом отношении белкам ячменя и особенно овса. Но проламин кукурузы (зеин) имеет очень низкое содержание лизина. При повышении белковости кукурузы под влиянием удобрений резко увеличивается удельный вес зеиновой фракции, поэтому кормовая ценность зерна не улучшается.

Содержание белка в зерне кукурузы под влиянием условий выращивания варьирует значительно меньше, чем у пшеницы. Например, белковость зерна сорта Одесская 10 в опытах ВСГИ колебалась от 8,5 до 12,5%, а гибрида Одесский 50 — от 9 до 13%. Как правило, на юге Украины содержание белка в зерне кукурузы находится на уровне 10—11%, в лесостепи — 10,0—10,5%. Относительная стабильность белковости зерна при выращивании в различных условиях агротехники и при внесении удобрений обусловлена биологическими особенностями этой культуры. В частности, у кукурузы значительно слабее проявляется обратная зависимость между урожаем и содержанием белка в зерне. Одна из причин этого, возможно, в том, что при выращивании кукурузы

процессы нитрификации в почве могут активно идти на протяжении всей вегетации. В то же время содержание белка в зерне кукурузы значительно больше, чем у пшеницы, зависит от генотипических особенностей сорта, гибрида, линии.

Важное значение имеет содержание витаминов в зерне кукурузы (табл. 5), так как основная его масса для кормления скота используется в сыром виде.

5. Среднее содержание витаминов в зерне кукурузы, мг/кг (по Ленарту, 1963)

Витамины	Желто-зерная кукуруза	Белозерная кукуруза
Каротиноиды	4,84	—
Тиамин	4,53	4,88
Рибофлавин	1,32	1,34
Ниацин	14,08	13,20
Пантотеновая кислота	7,39	—
Витамин Е	24,66	30,65

В эндосперме и зародыше желтозерной кукурузы довольно много провитамина А, который превращается в организме животных в витамин А. Зерно белозерной кукурузы практически не содержит этого очень ценного вещества. Кукуруза всех типов имеет недостаточное количество тиамина, рибофлавина и никотиновой кислоты для полного удовлетворения потребности животных. Существуют определенные различия по содержанию

витаминов в зерне между различными типами кукурузы (табл. 6).

Необходимо подчеркнуть, что внутри одного типа содержание витаминов в зерне кукурузы существенно варьи-

6. Среднее содержание витаминов группы В в зерне различных типов кукурузы, мг/кг (по Ленарту, 1963)

Тип кукурузы	Рибофлавин	Никотиновая кислота	Пантотеновая кислота	Биотин	Пиридоксин
Зубовидная	0,93	25,9	4,6	0,092	6,9
Желтозерная	1,11	15,1	3,6	0,053	5,0
Зубовидная белозерная	0,97	18,6	3,5	0,075	6,8
Кремнистая	0,75	16,3	5,1	0,074	6,3
Крахмалистая	1,03	24,5	6,4	0,097	6,9
Сахарная	1,69	30,0	8,2	0,101	7,0
Лопающаяся	1,03	17,2	3,4	0,065	4,9

ирует в зависимости от генотипических особенностей. Например, количество никотиновой кислоты у линий зубовидной кукурузы колеблется от 13,9 до 53,3 мг/кг.

Содержание золы в зерне кукурузы составляет 0,9—2,1 %, пшеницы—1,3—2,8, ржи—1,7—2,1, ячменя—1,8—4,5, овса—2,2—5,9, проса—2,3—5,0, риса—3,6—8,1 %. Зола состоит из многих элементов, содержание которых приведено в таблице 7.

7. Содержание элементов в золе некоторых культур, %

Элемент	Пшеница	Кукуруза	Рожь	Ячмень	Просо
Фосфор	49,2	36,5	47,7	33,0	22,0
Калий	31,2	34,0	32,1	16,0	11,2
Кальций	3,2	1,3	2,9	0,6	0,7
Магний	12,1	13,6	11,2	8,8	9,5
Сера	0,4	1,2	1,3	3,0	0,3
Железо	0,3	0,3	1,2	1,2	1,0
Натрий	2,1	4,1	1,5	4,1	1,4
Хлор	3,0	2,4	0,5	1,0	0,3
Кремний	2,0	1,0	1,4	29,4	52,9

Кроме указанных выше элементов, в зерне злаков содержится марганец, медь, цинк, бор, алюминий, йод, кобальт, никель, молибден, фтор, селен, бром, титан, олово, мышьяк, литий, ванадий, барий, стронций, цезий, рубидий и др.

В исследованиях (Дарканбаева, Жаркова, 1976) установлено, что зерно пшеницы Казахстана содержит в среднем около 1,91 % золы, в состав которой входят: К—359 мг/%, Са—54, Mg—95, P—449, Fe—5,6, Zn—4,06, Cu—0,80, Mn—2,56, Mo—0,075 мг/%; Со—12,8 мкг/%, Ni—11,6, Sr—9,5 мкг/%. За счет хлебобулочных изделий население Казахстана покрывает почти полностью потребность в калии, магнии, фосфоре, железе, цинке, меди, марганце. Из основных элементов в зерне недостаточно только кальция. Суточная его потребность 800—1000 мг, а с хлебом поступает только 230—350 мг. Необходимо подчеркнуть, что исследователи установили значительную изменчивость состава минеральных веществ под влиянием почвенно-климатических условий выращивания.

Важнейшая составная часть зерна — углеводы, содержание которых может достигать 80 %. Основные из них — крахмал, сахара, клетчатка, гемицеллюлоза, пентозаны.

При использовании зерна в пищу и корм крахмал служит источником энергии для человека и животных. Особенно много его в зерне кукурузы, содержится он в основном в мучнистом ядре эндосперма. В зависимости от свойств сорта и условий выращивания культур количество крахмала в зерне может существенно изменяться: в пшенице — от 49 до 73 %, ржи — от 55 до 73, ячмене — от 45 до 68, овсе — от 24 до 64, кукурузе — от 61 до 83, просе — от 51 до 70, рисе — от 48 до 68, а в полированном рисе (после удаления пленок) — от 71 до 86 %.

Крахмальные зерна пшеницы и кукурузы содержат два типа молекул крахмала — амилозу и амилопектин в пропорции 21—27 и 73—77. Оба полимера состоят из субъединиц — остатков глюкозы. Ветвистые молекулы амилопектина содержат 40 000 остатков глюкозы и более, а линейные молекулы амилозы — около 1 000. Известны мутации кукурузы, крахмал которых состоит только из амилозы.

В зерне содержится незначительное количество (около 3 %) сахаров, которые играют важную роль при выпечке хлеба, так как служат источником энергии для развития дрожжей и молочнокислых бактерий. Сахара представлены моносахаридами, дисахаридами и трисахаридами. Моносахариды обычно включают в себя глюкозу и фруктозу, дисахариды — сахарозу и мальтозу, трисахариды — рафинозу.

Кроме крахмала и сахаров, углеводы зерна представлены пентозанами, гемицеллюлозой, полифруктозидами. Зерно пшеницы содержит много пентозанов, метилпентозанов, полиуронидов и других полисахаридов. Среднее содержание пентозанов в зерне пшеницы 7,4 %, в мучнистой части эндосперма их 2,6, в оболочках, периферических частях зерна и алейроновом слое — 23,7, в зародыше — 4,9 %.

В состав зерна входят также жиры и липоиды. В зерне пшеницы жиры распределены неравномерно: в целом зерне — 1,92 %, в муке — 1,18, в отрубях — 5,12, в зародыше — 8,76 %.

Липоиды представлены в основном фосфатидами, стероидами и лецитином, содержание которого в пшенице

составляет 0,4, ржи — 0,6 %. В зерне злаков находится также кефалин и другие липоиды.

Кукуруза в основном ипользуется на фуражные цели. Кормовые достоинства ее зерна определяются содержанием в нем белка, крахмала, каротиноидов, витаминов, жиров. Необходимо отметить, что содержание жира в зерне кукурузы сильно варьирует в зависимости от генотипических особенностей. В опыте, проводимом на протяжении многих лет на Иллинойской опытной станции, содержание жира у низкомасличных линий кукурузы составило 0,77 %, а у высокомасличных 14,83 %. При заготовках учитывается только тип зерна (зубовидная, кремнистая, лопающаяся) и наличие посторонних запахов, поврежденных зерен, семян сорняков.

Из кукурузного зерна получают также крупу, хлопья, крахмал, этиловый спирт, декстрин, глюкозу, сахар, патоку, масло, витамин Е, аскорбиновую и глютаминовую кислоты, консервы и другие продукты. Кукуруза, используемая для выработки крахмала, должна иметь его высокое содержание и, следовательно, меньше белка и жира. Важно также, чтобы крахмал легко вымывался из измельченного эндосперма и хорошо клейстеризовался. Поэтому необходимы формы и определенные соотношения амилозы и амилопектина.

Выход крупы и ее качество зависят от соотношения роговидной и крахмалистой частей эндосперма. Лучшие результаты получаются при использовании для этих целей гибридов кремнистого типа. Для получения хлопьев необходимо зерно, обеспечивающее получение высоких выходов крупной крупы.

Применение зерна кукурузы на пищевые цели в нашей стране имеет, к сожалению, очень ограниченные размеры. У нас практически нет в районировании гибридов, предназначенных для получения высококачественной кукурузной крупы, палочек, хлопьев. Совершенно незначительны посевы лопающейся кукурузы.

В мире разработаны и применяются различные методы оценки качества пищевой кукурузы. Разработаны отечественные модификации этих методов. Но они не получили широкого распространения в практике.

Реологические свойства. Важнейший показатель качества пшеничного зерна — реологические свойства теста, получаемого из муки. Для выпечки хорошего разрыхленного хлеба необходимо упругое тесто с хорошей

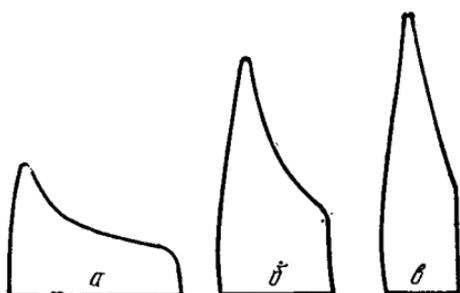


Рис. 6. Влияние режима размола на характер альвеограмм:

а — нормальный режим; *б, в* — нарушение режима размола.

получить хлеб с объемом более 1000 см³. Хорошая пористость и большой объем имеют очень важное значение для пищевых и вкусовых достоинств белого хлеба.

Для измерения реологических свойств теста применяются многие приборы — альвеограф, экстенсограф, фаринограф, миксограф, матурограф и др. В нашей стране получили распространение в основном два прибора — альвеограф и фаринограф.

Альвеограф — прибор, на котором измеряется работа, затрачиваемая на раздувание шара из пластинки теста. Он в какой-то мере имитирует крупную пору теста. Установлено, что площадь кривой *W*, вычерчиваемой самописцем прибора, которая измеряется в единицах альвеографа (е. а.), положительно коррелирует с объемом хлеба, выпеченного из смеси испытуемой муки с мукой слабой пшеницы. В наших опытах этот коэффициент корреляции составил $0,628 \pm 0,105$. Отмечается также положительная зависимость между показателем *W* и объемом хлеба из испытуемой муки, особенно если кривая имеет хорошо сбалансированную высоту и длину ($P : L \approx 1$).

К сожалению, показатели альвеографа сильно варьируют в зависимости от режима размола, условий хранения муки и других факторов. В результате при многократной оценке одного и того же зерна наблюдается довольно большая пестрота данных, особенно при оценке муки из сильной пшеницы ($W > 250$ е. а.) (рис. 6). Это

эластичностью и растяжимостью. Выделившийся при брожении такого теста углекислый газ образует тонкостенные вакуоли, стенки которых удерживают газ и не разрываются. Существует такое понятие — газоудерживающая способность теста. Она хорошо коррелирует с объемом хлеба*. Из 100 г хорошей муки можно

* Здесь и далее — объем хлеба из 100 г муки, см³.

обстоятельство необходимо учитывать при работе с прибором.

Фаринограф характеризует изменение реологических свойств теста в процессе замеса. Существуют две модификации прибора: с месилками на 300 и 50 г и микрофаринограф с месилкой на 10 г муки. Показатели этого прибора (единицы фаринографа, е. ф.) значительно меньше варьируют под влиянием условий размола и хранения муки. Наиболее стабильны показатели водопоглотительной способности теста (ВПС) и смесительной ценности муки по валориметру.

Наиболее объективные данные о хлебопекарных достоинствах муки можно получить с помощью лабораторной, или пробной, выпечки хлеба. В мире существуют многочисленные ее методики. В нашей стране наибольшее распространение получила лабораторная выпечка хлебцев из 100 г муки с добавлением сахара при замесе теста. Существует специальное лабораторное оборудование, которое позволяет осуществлять лабораторную выпечку при почти полной механизации всех процессов и контроле за ходом замеса.

Объем хлеба из 100 г одной и той же муки может колебаться в зависимости от избранного метода тестоведения и добавляемых ингредиентов от 400 до 1500 см³. Поэтому в отечественной литературе встречаются различные уровни объема хлеба. В одних лабораториях для нормального зерна он обычно равен 500—550 см³, а в других 900—1100 см³.

Г Л А В А 2

СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ НА УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Один из наиболее эффективных путей улучшения качества товарного зерна — создание и внедрение в производство сортов и гибридов, отличающихся высокими технологическими, пищевыми и кормовыми достоинствами. Хороший новый сорт — это биологическая самоуправляющаяся система, которая при одинаковых затратах энергии на создание соответствующего агрофона обеспечивает получение более высокого урожая лучшего качества, чем выращиваемый в тех же условиях районированный сорт. Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, свидетельствуют о том, что роль селекции в повышении урожайности зерновых культур весьма значительна. Например, в опытах ВСГИ при выращивании на протяжении многих лет в одинаковых условиях различных сортов озимой пшеницы урожайность их различалась более чем на 20 ц/га (табл. 8).

8. Урожайность сортов озимой пшеницы, содержание и сбор белка

Сорт	Год районирования	Урожайность зерна, ц/га	Объем хлеба, см ³	Сырой белок	
				содержание	сбор, кг/га
Кооператорка	1920	29,7	680	15,4	457
Гостинанум 237	1931	29,7	685	15,7	466
Одесская 3	1938	34,1	690	15,3	520
Одесская 16	1952	33,9	803	15,1	512
Безостая 1	1959	42,0	837	14,1	593
Одесская 51	1969	43,7	853	14,2	621
Прибой	1972	45,1	773	14,1	637
Одесская полукарликовая	1980	51,3	790	13,5	692

Бингем и Блэкман (1979) установили, что в Англии в течение последних 30 лет урожайность озимой пшеницы увеличивалась в среднем на 2 % в год. Более половины прироста получено благодаря селекции, а остальное — в результате применения более эффективных агротехнических приемов. В США общепризнано, что более 50 % прироста урожая кукурузы, достигнутого за последние 25 лет, обусловлено внедрением новых, более урожайных, устойчивых к болезням и вредителям гибридов.

Бесспорно, новые сорта и гибриды могут реализовать свои потенциальные возможности только при хорошей агротехнике. Поэтому не совсем правомерен принцип подсчета доли агротехники и сорта в приросте урожайности. Но совершенно ясно, что наличие хорошего сорта или гибрида — необходимое условие получения высоких и устойчивых урожаев зерна.

Одна из основных особенностей селекции кукурузы в том, что для каждого региона необходимо создать гибриды, значительно различающиеся по продолжительности вегетационного периода. Если районированные в одной зоне сорта озимой пшеницы отличаются один от другого по дате выколашивания на 2—4 дня, то у гибридов кукурузы эта разница превышает 30 дней. Поэтому важнейшее условие получения стабильных и высоких урожаев кукурузного зерна — оптимальное сочетание в условиях производства удельного веса гибридов с различной длиной вегетационного периода.

В большинстве районов кукурузного пояса нашей страны, где возможно получение устойчивых урожаев зерна без орошения, преобладающая часть посевных площадей должна отводиться под раннеспелые, среднеранние и среднеспелые гибриды. Среднепоздние и позднеспелые гибриды можно возделывать на значительных площадях только на юге зоны, где среднегодовая сумма эффективных температур превышает 1100—1200 °С. К сожалению, в настоящее время основная площадь посева кукурузы на зерно занята среднеспелыми и среднепоздними гибридами, а это приводит к очень позднему созреванию зерна и его повреждению морозами или порче в результате высокой влажности.

Общеизвестно, что генотипические особенности сорта или гибрида в значительной мере определяют устойчивость посевов к болезням, низким температурам, засухе и другим биологическим и абиотическим стрессам. В ус-

ловиях нашего климата особое значение приобретает эффективность использования воды, определяемая ее количеством для накопления единицы сухого вещества, и индекс урожайности (по принятой в сельскохозяйственной литературе номенклатуре $K_{хоз}$). Этот показатель определяется долей зерна в общей надземной биомассе.

Безусловно, самый надежный путь эффективного использования влаги — высокая культура земледелия. Однако исследования австралийских ученых (Паснура и др., 1977) свидетельствуют о том, что сорта пшеницы достоверно различаются по этому показателю. В специальных опытах было показано, что одни сорта на каждый килограмм расходуемой воды синтезировали 3,8—4,0 г сухого вещества надземной массы, а другие — только 3,1—3,3 г. Причины этих различий не совсем ясны, но не вызывает сомнения сам факт существования генотипически обусловленных различий в водопотреблении. Этот показатель пока не учитывается в селекции, но он имеет важное значение, особенно для районов с дефицитом влаги.

Генотипические особенности сортов оказывают значительное влияние на многие признаки качества зерна. Под жестким генотипическим контролем находятся такие признаки, как размеры, форма, окраска и консистенция зерна, масса 1000 зерен, реологические свойства теста и его хлебопекарные достоинства. Установлены достоверные различия по активности ферментов амилазного комплекса, содержанию витаминов и некоторых минеральных веществ, уровню белковости и аминокислотному составу белка и другим признакам.

СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В современных селекционных программах осуществляется отбор по следующим наиболее важным признакам.

Масса 1000 зерен. Большинство современных районированных сортов озимой пшеницы имеют массу 1000 зерен 38—45 г. У старых сортов степного экотипа этот показатель был на уровне 33—35 г. В целом селекция на повышение продуктивности сопровождалась отбором генотипов с более крупным зерном. Сортовые различия по массе 1000 зерен сохраняются устойчиво, несмотря на

то, что абсолютная величина этого показателя колеблется в довольно значительных пределах под влиянием условий выращивания. Например, в среднем по 225 опытам, проведенным в 1965—1979 гг. на юге Украины, средняя масса 1000 зерен у сорта Одесская 51 была 38,0, а у сорта Безостая 1—39,4 г. Различия в 1,4 г достоверны на уровне значимости 0,001. В другой группе опытов при сравнении 103 пар образцов этих сортов, выращиваемых в одинаковых условиях, масса 1000 зерен у сорта Одесская 51 была 38,8, а у сорта Безостая 1—39,9 г. Полученные различия (1,1 г) также достоверны на уровне значимости 0,001. В то же время абсолютная величина массы 1000 зерен у сорта Одесская 51 колебалась от 25 до 42 г, а у сорта Безостая 1 — от 28 до 45 г. Но практически не было ни одного случая, когда бы при одинаковых условиях выращивания масса 1000 зерен сорта Одесская 51 превысила этот показатель сорта Безостая 1. Величина коэффициента регрессии, рассчитанного по методу стандартных единиц и характеризующего наследуемость, для признака массы 1000 зерен была $b^1 = 0,770 \pm \pm 0,068$. Лучшие условия для отбора по этому признаку складываются при сплошном, а не ширококрядном посеве.

Изучение значительного селекционного материала, а также многих новых перспективных сортов свидетельствует о том, что при достигнутом уровне агротехники оптимальная величина массы 1000 зерен для большинства высокопродуктивных генотипов находится в пределах 36—42 г. Генотипически детерминированное формирование более крупного зерна, как правило, сопряжено с возрастанием риска снижения урожайности из-за недостаточного налива зерна, а генотипы с более мелким зерном в большинстве случаев имеют пониженную продуктивность при высокой агротехнике.

Существует представление, что сорта с более мелким зерном имеют более высокий уровень содержания белка. Однако, вероятно, можно говорить только о некоторой тенденции, так как анализ обширного материала не подтверждается достоверной обратной зависимостью между этими показателями. Например, в опытах Всесоюзного научно-исследовательского института (ВНИИ) кукурузы, проведенных в северной степи Украины (Эрастовская опытная станция ВНИИ кукурузы), в среднем по 115 парам образцов в зерне сорта Одесская 3, имеющем

массу 1000 зерен 34,6 г, содержалось 12,59 % белка, а сорта Безостая 1 с массой 1000 зерен 44,5 г — 12,72 %.

Во ВСГИ на протяжении 10 лет исследовали содержание белка у 80 генотипов, различающихся по крупности зерна. Все они по этому признаку были разбиты на пять групп. В первую группу вошли сорта, масса 1000 зерен которых составила 23—25 г, в последнюю — 40—45 г. Анализ показал почти полное отсутствие связи между генотипически обусловленной крупностью зерна и содержанием клейковины (табл. 9).

9. Содержание клейковины в муке сортов с различной крупностью зерна, %

Год урожая	Группы по массе 1000 зерен				
	I	II	III	IV	V
1959	32,4	32,4	32,1	32,7	32,5
1960	30,5	29,9	29,8	29,9	28,7
1961	25,5	25,7	23,4	23,1	22,2
1962	27,0	27,2	25,8	24,8	25,5
1963	31,7	33,1	30,5	30,8	30,6
1964	25,4	26,3	26,2	26,1	25,7
1965	32,6	39,7	35,9	34,3	33,0
1966	26,5	26,0	24,0	26,3	33,1
1967	30,0	26,1	24,9	26,2	26,7
1968	29,4	28,1	28,1	27,5	28,5
Среднее за 10 лет	29,1	29,6	28,2	28,2	28,7

Цвет зерна. Большинство районированных сортов озимой пшеницы имеют красный цвет зерна. Интенсивность окраски у разных сортов несколько различается. Окраска зерна контролируется доминантными генами R1, R2 и R3, локализованными в хромосомах 3D, 3A, 3B, и ее интенсивность зависит от консистенции эндосперма. Во всех селекционных программах по озимой пшенице отдается предпочтение красnozерным формам, особенно генотипам с интенсивной окраской зерна. В принципе мукомольные и хлебопекарные свойства не сопряжены с этим признаком. Однако исследования последних лет свидетельствуют о том, что красnozерная пшеница имеет определенные преимущества по сравнению с белозерной, так как оказывает нормализующее действие на содержание холестерина в крови.

Для озимой твердой пшеницы цвет зерна имеет решающее значение. Дело в том, что у этой культуры он обуславливается не окраской оболочек, как у мягкой пшеницы, а цветом эндосперма. Поэтому из крупки краснозерных пшениц получаются бурые макароны, которые не пользуются спросом у потребителей. Как правило, макароны лучшего качества изготавливаются из пшениц с янтарной окраской зерна.

Содержание желтых пигментов в зерне пшеницы и кукурузы находится под генетическим контролем. Для мягкой пшеницы необходимо зерно с пониженным содержанием каротиноидов. Известно, что сорт Гостианум 237 имел повышенное содержание желтых пигментов в эндосперме, поэтому выпеченный из него хлеб отличался кремовой окраской мякиша. Этим свойством обладали также некоторые сорта, полученные от гибридизации с Гостианум 237. Темный или кремовый мякиш хлеба — признак совершенно нежелательный, так как он отрицательно сказывается на потребительской ценности хлеба и хлебобулочных изделий. В нашей стране, как и в странах Европы и Северной Америки, потребитель предпочитает хлеб и хлебобулочные изделия с белым цветом мякиша. Все районированные в СССР в настоящее время сорта озимой мягкой пшеницы имеют низкое содержание желтых пигментов в эндосперме.

Для озимой твердой пшеницы повышенное содержание желтых пигментов в зерне является необходимым признаком. Как показали проведенные во ВСГИ исследования (А. А. Созинов, Л. Ф. Жукова), уровень содержания пигментов генотипически детерминирован. Сорта существенно различаются по этому показателю. Например, среднее содержание желтых пигментов у сорта озимой твердой пшеницы Новомичуринка составило 110—120 мкг, а у сорта Одесская янтарная — 220.

С уровнем содержания желтых пигментов тесно связана окраска зерна. Наиболее ценные желто-янтарные макароны можно получить только из зерна с достаточно высокой концентрацией желтых пигментов. Правда, следует отметить, что большое количество пигментов обязательное, но недостаточное условие для получения высококачественных макарон. Важное значение имеет также активность фермента липоксигеназы, который разрушает желтые пигменты в процессе изготовления

макарон, и пероксидаз, вызывающих побурение изделий.

Активность α -амилазы. К генотипически контролируемым признакам относится также активность α -амилазы в период созревания зерна. С уровнем активности этого фермента тесно связана способность к прорастанию зерна на корню при влажной погоде в завершающий период созревания зерновки.

Стекловидность, твердозерность. Стекловидность зерна, как уже отмечалось, у озимой мягкой пшеницы в основном определяется условиями выращивания. Этот показатель длительное время считался очень важным признаком при оценке зерна в селекционных программах. Однако проведенные нами исследования показали, что признак стекловидности зерна плохо наследуется ($b^1 = 0,243 \pm 0,156$). Это обусловлено его значительной фенотипической изменчивостью. Анализ накопленных за последнее десятилетие данных свидетельствует о том, что, если при заготовке товарного зерна этот показатель имеет определенное значение, то в селекции значительно важнее иметь информацию о твердозерности, которая тесно сопряжена с мукомольными достоинствами. Безусловно, существуют генотипически детерминированные различия в стекловидности зерна. Например, в опытах ВСГИ при анализе 103 пар образцов сортов Одесская 51, Безостая 1 и Прибой средняя стекловидность их была равна соответственно 83, 82 и 72 %. Различия между последним сортом и стандартами достоверны на уровне значимости 0,01. При сравнении сортов Одесская 51 и Одесская 75 (33 опыта) стекловидность равнялась 89 и 75 %. Однако в связи с огромной фенотипической изменчивостью осуществлять отбор по этому признаку в селекционных программах нецелесообразно.

Значительно важнее отбор на твердозерность. Все мягкие пшеницы делятся по твердости зерна на две группы — твердозерные «hard» и мягкозерные «soft». У мягкозерных пшениц эндосперм имеет рыхлое строение. При измерении на твердомере Брабендера или при использовании других методов мягкозерные и твердозерные пшеницы существенно различаются. Для размола зерна мягкозерных пшениц требуется меньше энергии, но при его измельчении на вальцевых стенках образуется мало крупок, продукты помола плохо разделяются на ситах, отруби «жирные», то есть с оболочками отходит

значительная часть эндосперма. Особенно резко снижаются мукомольные качества зерна мягкозерных пшениц во влажные годы (табл. 10).

10. Мукомольные качества зерна твердозерной (Одесская 16) и мягкозерной (Восход) пшениц, выращенных в разных условиях

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Ст-кловид-ность, %	Фактический выход муки, %	Выход муки при размоле на рифленых вальцах	Количество отрубей
<i>Сухой год</i>						
Одесская 16	30,2	786	96	74,3	14,8	«Тошние»
Восход	32,1	743	84	69,8	18,4	Средние
<i>Влажный год</i>						
Одесская 16	36,4	834	69	69,5	20,6	Средние
Восход	41,9	816	38	65,7	25,3	«Жирные»

Мягкозерные пшеницы служат хорошим сырьем для производства кондитерских изделий. Некоторые из них имеют хорошие хлебопекарные качества и высокую силу муки. Но мукомольные качества у всех пшениц с генами, обуславливающими мягкозерность, невысокие.

В СССР почти все районированные сорта озимой мягкой пшеницы относятся к твердозерному типу. Но в последние годы в связи с привлечением в селекцию западноевропейских пшениц появились отечественные сорта мягкозерного типа, например Донецкая 74. Включение генов мягкозерности в наши хлебные пшеницы крайне нежелательно. Если такие сорта займут большие площади, в мукомольной промышленности возникнут трудности при переработке зерна. Очевидно, целесообразно во всех селекционных программах по продовольственной озимой мягкой пшенице осуществлять выбраковку мягкозерных генотипов на ранних этапах селекционного процесса.

Среди генотипов твердозерной мягкой пшеницы наблюдается значительное разнообразие по твердости зерна. Оптимальный вариант — генотип со средним уровнем твердозерности, так как для размола пшениц с очень твердым эндоспермом потребуются больше энергии, а

пшеница со сравнительно мягким эндоспермом будет иметь невысокие мукомольные качества. Поэтому при селекции твердозерных мягких пшениц целесообразно проводить определение степени их твердозерности.

Для этих целей предложено (Шибаяев, Беркутова, 1968) использовать отношение числа седиментации мелкой и крупной фракций муки. У твердозерных пшениц этот показатель, как правило, близок к единице, у мягкозерных равен 0,5—0,7. Однако этот метод имеет недостаточную разрешающую способность, и лучшие результаты получаются при оценке твердозерности на приборах Брабендера или ПСХ-4.

Для озимых твердых пшениц показателем стекловидности и твердости зерна необходимо обязательно учитывать в селекционных программах. Это связано с тем, что для получения высокого выхода крупок, из которых готовят макаронные и другие высококачественные прессованные изделия, необходимо иметь зерно с твердым стекловидным эндоспермом. Генотипы, у которых в эндосперме есть много мучнистых вкраплений, или, по международной терминологии, обладающие «митодинией», малопригодны для получения высококачественных изделий.

Реологические свойства теста. К наиболее важным генетически детерминированным показателям качества зерна пшеницы относятся реологические свойства теста и хлебопекарные достоинства муки. По этим показателям все сорта делятся условно на три группы: сильные, или улучшатели, филлеры, или наполнители, и слабые. Необходимо учитывать коренное различие между этими терминами при их приложении к товарному зерну и генотипическим особенностям сорта. В первом случае, как уже говорилось ранее, это понятие обозначает определенные свойства данной партии зерна, а во втором — особенности генотипа, которые реализуются в различной степени под влиянием условий выращивания. Зерно сортов, отнесенных по генотипическим свойствам к сильным, при неблагоприятных условиях выращивания может иметь показатели, характерные для товарного зерна пшениц-филлеров или даже слабых. Возможны случаи, когда зерно сортов-филлеров при благоприятных условиях выращивания по показателям качества достигает уровня, установленного для сильной пшеницы. Например, в лаборатории технологии зерна ВСГИ при анали-

зе образцов зерна, выращенного на Варваровском гос-сортучастке Николаевской области, сорта Аврора и Кавказ, которые относятся к филлерам, имели удельную работу деформации теста (W) соответственно 529 и 502 е. а., объем хлеба 750—740 см³, стекловидность зерна 66—67 %, содержание клейковины в зерне — 37,5—37,0 %, то есть по всем показателям это зерно соответствовало требованиям, предъявляемым к сильной пшенице, хотя и уступало по качеству зерну сорта Безостая 1.

Значительная фенотипическая изменчивость признаков, обуславливающих реологические свойства теста и его хлебопекарные достоинства, затрудняет отбор по этим признакам в процессе селекции. Как правило, для того чтобы получить информацию об их генотипически детерминированном уровне, необходимо осуществлять оценку в течение ряда поколений при выращивании в различных условиях. Кроме того, большое значение имеет метод определения этих свойств. Как уже упоминалось ранее, при измерении удельной деформации теста ошибка метода превышает 8 %. Хлебопекарные достоинства, как уже отмечалось, в значительной мере изменяются под влиянием особенностей методов выпечки. Применение так называемого Чорлейвудского процесса хлебопечения, разработанного в Англии, позволяет получать хороший хлеб из муки, которая в нашей стране была бы отнесена к неудовлетворительной по качеству.

Сравнение методов оценки генотипически детерминированных реологических свойств теста, проведенное во ВСГИ, показало, что более надежные результаты получаются при использовании для оценки генотипов микроксграфа в сочетании с определением числа седиментации (А. А. Созинов, М. Г. Парфентьев, Р. Немец).

В настоящее время под руководством Научного совета по качеству зерна Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук (ВАСХНИЛ) ведется работа по сравнению различных методов лабораторной выпечки хлеба с точки зрения эффективности использования их в селекции. Один из методов выпечки с сахаром, применением дифференцированно-контролируемого замеса и ремикса, успешно применяется на протяжении ряда лет во ВСГИ. Он обеспечивает хорошую дифференциацию генотипов по объему хлеба.

Однако для получения достаточно полной информа-

ции о хлебопекарных достоинствах сорта даже с использованием этого метода необходимы многократные оценки в сравнении со стандартным сортом, выращенным в тех же условиях. Например, при выращивании на юге Украины в среднем по 211 опытам средний объем хлеба сорта Одесская 51 был равен 846 см^3 , а Безостой 1 — 782 ; в 95 других опытах — соответственно 895 и 824 см^3 . Однако в 45 опытах объем хлеба сорта Безостая 1 был равен или превышал объем хлеба сорта Одесская 51. Совершенно однозначно можно утверждать, что Одесская 51 имеет лучшие хлебопекарные достоинства, чем Безостая 1, но эту информацию нельзя было получить, оценивая образцы одного или даже 3—4 опытов. Безусловно, при выпечке хлеба из выращенного в одинаковых условиях зерна сортов, резко различающихся по качеству, например таких, как слабая пшеница Восход и сильная Одесская 51, объем хлеба и оценка у последнего сорта будет всегда выше. Но низкокачественные пшеницы можно выбраковывать с помощью простых методов оценки, например по числу седиментации. А для того чтобы получить информацию о хлебопекарных достоинствах или реологических свойствах теста сортов, нерезко отличающихся от стандарта, необходима многократная их оценка.

В настоящее время во многих селекционных центрах оценка реологических свойств теста ведется с помощью альвеографа. К сожалению, его показатели сильно варьируют, и существуют определенные трудности при дифференциации генотипов с помощью этого прибора. Более стабильные показатели имеет прибор микромиксограф, но он мало распространен в нашей стране.

При оценке качества зерна озимой пшеницы в селекционных программах хорошие результаты дает метод определения числа седиментации, который характеризует набухаемость частей муки и скорость их осаждения в растворах слабых органических кислот. Обычно для этих целей используется уксусная кислота. Число седиментации достоверно сопряжено с основными показателями качества зерна генотипов озимой пшеницы (табл. 11).

О генотипической обусловленности числа седиментации свидетельствуют многочисленные опыты, проведенные в нашей стране и за рубежом. В одном из наших опытов изучалось число седиментации муки, полученной

11. Сопряженность числа седиментации с некоторыми показателями качества зерна озимой пшеницы

Год урожая	Число случаев	Коэффициент корреляции с признаками					
		сила муки (W), е. а.	фаринограф				объем хлеба, см ³
			время образования теста, мин	устойчивость теста, мин	разжижение теста, е. ф.	смесительная способность, %	
1964	170	+0,549	+0,412	+0,468	-0,357	+0,498	+0,235
1965	169	+0,421	+0,727	+0,455	-0,217	+0,558	+0,504
1966	189	+0,518	+0,442	+0,500	-0,215	+0,436	+0,455

из зерна линий F₃ от скрещивания сильной пшеницы Безостая 1, ценного по качеству зерна сорта Одесская 16, сорта-филлера Одесская 3 и слабой пшеницы Восход. В результате были получены данные, свидетельствующие о промежуточном наследовании числа седиментации и его генотипической обусловленности (табл. 12).

12. Распределение по величине седиментации семян F₃ от гибридизации разных по качеству сортов

Комбинация	Средина классов, мл										
	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	
Безостая 1×Восход	3	27	32	20	10	4					
Безостая 1×Одесская 3				5	3	14	21	57			
Безостая 1×Одесская 16							16	36	26	16	

Для проверки эффективности оценки качества зерна генотипов на ранних этапах селекционного процесса в модельных опытах проводилась условная выбраковка линий с показателем седиментации ниже среднего уровня для всей популяции $< \bar{S}$, а также ниже $\bar{S} - 1/2 \sigma_s$ и $\bar{S} - \sigma_s$.

В результате изучения поколений было установлено, что в число выбракованных попало в первом случае 37—39 % селекционно-ценных по качеству форм, во втором — 15—20 и в третьем — 0—5 %. Таким образом, при оценке в селекционных питомниках можно уверенно выбраковывать генотипы, у которых число седиментации ниже порядкового значения $\bar{S} - \sigma_s$, где \bar{S} может быть

либо средним показателем числа седиментации для популяции, либо средним показателем для стандартного сорта, выращенного в тех же условиях. Очень важно, что нет генотипов озимой пшеницы с высокими технологическими достоинствами зерна, которые имели бы низкий уровень седиментации. Правда, следует иметь в виду, что встречаются формы с достаточно высоким уровнем седиментации, но не относящиеся к сильным пшеницам. Это свидетельствует о том, что высокий уровень седиментации — обязательное, но недостаточное условие для отнесения генотипа к разряду сильных пшениц. Для этого необходимо определить весь комплекс показателей, причем в нескольких поколениях.

Безусловно, наиболее надежные результаты можно было бы получать при возможности оценки потенциальных технологических достоинств селекционных линий и сортов с помощью методов, показатели которых не изменились бы под влиянием условий выращивания и несли бы информацию о свойствах генотипа.

В настоящее время время такой принципиально новый способ оценки разрабатывается во ВСГИ. С 1967 г. группа исследователей в этом институте (А. А. Созинов, Ф. А. Попереля, А. И. Рыбалка, М. М. Копусь, З. А. Омербекова и др.) изучала сопряженность генетически детерминированного разнообразия (полиморфизма) запасного белка глиадина с технологическими достоинствами зерна. Разработана методика электрофореза глиадина на крахмальном геле, которая позволяет вести массовый (100—150 образцов в день) анализ селекционного материала. При этом для получения электрофореграммы достаточно иметь одно зерно или даже его половинку.

Метод электрофоретического разделения белка основан на следующем принципе. Раствор белка наносится на один из концов трубочки, заполненной гелем. При пропускании постоянного электрического тока заряженные молекулы белка, размеры которых меньше пор геля, мигрируют в гель. При этом скорость их миграции зависит от заряда молекулы и ее размера. В результате различной скорости движения через определенный промежуток времени молекулы делятся на группы — компоненты. После окрашивания эти компоненты проявляются на геле в виде полос. Электрофоретический спектр глиадина определяется только генотипом и не изменяется под

влиянием условий выращивания. Последнее чрезвычайно важно, так как при проведении селекционной работы позволяет выращивать растения в поле, теплице, камерах искусственного климата и т. д.

Специальными исследованиями с использованием гибридологического, моносомного и электрофоретического анализов было подтверждено открытие Шефферда, что синтез глиадинов контролируется шестью хромосомами — 1A, 1B, 1D, 6A, 6B и 6D. Но при этом было установлено, что каждая из них контролирует синтез нескольких индивидуальных белков. Все глиадинкодирующие гены одной хромосомы, вероятно, сосредоточены в одном полицистронном локусе, поэтому все компоненты глиадина, контролируемые данной хромосомой, наследуются сцепленно. Такая группа белков, которая наследуется как монофакториальный признак и сохраняет свою индивидуальность в ряде поколений, получила название «блока компонентов».

У существующих сортов и форм пшеницы отмечено большое разнообразие блоков, контролируемых одной хромосомой, однако все растения гомогенного сорта имеют только один какой-либо тип блока, контролируемого этой хромосомой. В генетике такое явление называется множественным аллелизмом. А полный спектр такого сорта состоит из компонентов шести блоков хромосом 1A, 1B, 1D, 6A, 6B, 6D и нескольких минорных компонентов, локализация глиадинкодирующих локусов которых не установлена.

На основе установления закономерностей была предложена генетическая классификация глиадинов, которая принципиально отличается от имеющихся биохимических классификаций, основанных на разделении запасного спирторастворимого белка по подвижности компонентов на α -, β -, γ - и ω -глиадины. В основе генетической классификации лежит блок компонентов, для обозначения которого предложен принцип, близкий к номенклатуре изоферментов.

Символ Gld обозначает глиадин, первая цифра и последующая за ней буква указывают хромосому по общепринятой классификации, а следующая за ними цифра — порядковый номер идентифицированного аллельного варианта блоков по специальному каталогу (рис. 7).

Генотипические формулы глиадина — это перечисление блоков, составляющих спектр данного сорта. На-

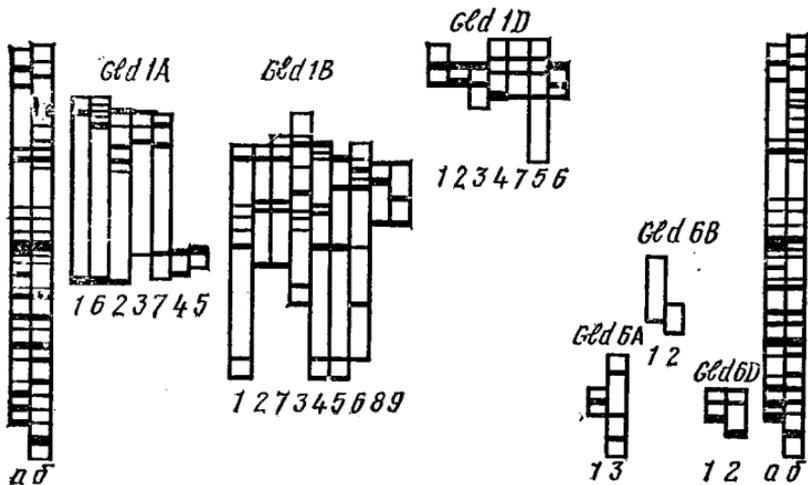


Рис. 7. Схемы электрофореграмм гиадина сортов Безостая 1 (а), Мировская 808 (б) и идентифицированные к настоящему времени блоки компонентов гиадина.

пример, полная запись формулы сорта Безостая 1 выглядит следующим образом: Gld 1A4, Gld 1B1, Gld 1D1, Gld 6A1, Gld 6B1, Gld 6D1, или сокращенно, 4.1.1.1.1. В таблице 13 приведены генотипические формулы гиадина некоторых сортов озимой пшеницы.

Установлено, что присутствие различных вариантов блоков гиадина сопряжено с изменчивостью признаков качества зерна у генотипов. Например, блок Gld1A4 по эффекту положительного влияния на число седиментации имеет бесспорное преимущество перед блоком Gld1A1 (табл. 14).

По степени влияния на качество зерна блоки ранжируются следующим образом (относительная ценность аллельных блоков компонентов гиадина в определении качества муки уменьшается слева направо):

- Gld 1A7 > Gld 1A4 > Gld 1A2 > Gld 1A5 >
 > Gld 1A3 > Gld 1A1 > Gld 1A6
 Gld 1B1 > Gld 1B2 > Gld 1B7 > Gld 1B5 >
 < Gld 1B4 > Gld 1B3 > Gld 1B6
 Gld 1D4 > Gld 1D5 > Gld 1D1 > Gld 1D2 > Gld 1D3
 Gld 6A3 > Gld 6A1
 Gld 6B2 > Gld 6B1; Gld 6D2 > Gld 6D1 > Gld 6D3

13. Генотипические формулы глиаина сортов озимой пшеницы

Сорт	Типы блоков компонентов, контролируемых хромосомами*					
	1A	1B	1D	6A	6B	6D
Безостая 1	4	1	1	1	1	1
Безостая 4	4	1+7	1	1	1+2	1+2
Краснодарская 39	1	1+2	1	1	1	2
Кавказ	4	3	2	1	1	1
Краснодарская 46	4	1	5	3	1	1+2
Северокубанка	1	1	1	1	1	1
Мироновская 808	3	1	5	3	1	2
Мироновская 10	3	3	5	3	1	1
Ильичевка	3	1	1	1	1	2
Мироновская юбилейная	4	1	5	3	1	2
Днепровская 521	1	2	1	1	1	1
Одесская 51	2+4	1	1+5	3	2	1
Одесская 16	1+2	1	5	3	2	1
Одесская 26	5	1	4	3	1	2
Прибой	2	1	1	3	2	1
Чайка	2	1	1	3	1	1
Одесская полукарликовая	4	1	1+5	1	1	1
Одесская 75	4	1	1	1+3	1	1
Харьковская 63	4+3	1	1+5	1	1	2
Харьковская 81	4	1	1+5	1	1	1
Донская остистая	4	1	5	3	1	2
Ростовчанка	4	1	5	3	1	2
Северодонская	3	1	5	3	1	1
Запорожская остистая	4	1	1+5	1	1	2

* Наличие двух типов аллельных блоков свидетельствует о гетерогенности сорта, то есть о наличии в нем нескольких биотипов.

14. Влияние аллельных блоков хромосом 1A и 1B на число седиментации

Сравниваемые аллельные блоки глиаина	Формулы глиаина	Различия по числу седиментации, мл		
		F ₂	F ₃	F ₄
1A4 и 1A1	4. 1. 1. 1.	7,0	8,5	10,2
	1. 1. 1. 1.			
1A4 и 1A1	4. 2. 1. 1.	4,8	3,7	8,2
	1. 2. 1. 1.			
1B1 и 1B2	4. 1. 1. 1.	2,4	7,3	5,0
	4. 2. 1. 1.			
1B1 и 1B2	1. 1. 1. 1.	0,2	2,5	3,0

Сорта сильной пшеницы должны иметь в формуле 2—3 блока, положительно влияющих на качество зерна, и не иметь блоков, оказывающих резко отрицательное воздействие.

Характерно, что белки блока G1d1B3, отрицательно влияющего на силу муки и хлебопекарные достоинства, представлены белками ржи, глиадинкодирующий локус которых локализован в транслоцированном в геном пшеницы участке хромосомы 1R.

Причины тесной связи вариантов блоков глиадина с качеством зерна, вероятно, связаны с тем, что основная доля изменчивости этого признака обусловлена различными блоками глиадина. Варианты блоков спирторастворимого белка оказывают влияние на изменчивость всего клейковинного комплекса, так как, по последним данным, часть белков блоков компонентов глиадина входит в состав гигантских молекул глютеина. Возможно, что различия в свойствах молекул глютеина связаны прежде всего с изменчивостью глиадинового компонента этого белка.

Исследования в этой области продолжаются, но уже в настоящее время селекционер, имея генотипическую формулу глиадина, получает обширную информацию о генетически детерминированных свойствах генотипа, его происхождении и степени гомогенности или гомозиготности.

Все это позволяет осуществлять теоретически обоснованный подбор пар для скрещивания, следить за процессом рекомбинации и эффективно отбирать лучшие рекомбинанты. Этот способ уже нашел применение в селекционных программах.

Содержание клейковины по традиции определяется еще во многих селекционных центрах страны. Однако этот показатель мало пригоден для оценки свойств генотипа, так как методика имеет большую случайную ошибку, а сам признак сильно варьирует под влиянием условий выращивания. В селекционной практике более важно определять качество клейковины. С этой целью используются различные методы, но наибольшее распространение получили определение набухаемости клейковины в растворах слабых кислот или оценка качеств клейковины на приборе ИДК-1. Но этот прибор дает значительные отклонения в данных.

Содержание белка в зерне. Надежную информацию о пищевых и кормовых достоинствах зерна можно получить, определив содержание в нем белка. Современные высокоурожайные сорта озимой пшеницы имеют меньшее содержание белка, чем ранее возделываемые сорта экстенсивного типа. Отмечается определенная тенденция к снижению белковости зерна у новейших сортов интенсивного типа, хотя не все сорта ей подчиняются. Например, в юго-западном селекцентре (Одесса, ВСГИ) в процессе селекции был получен ряд сортов, превышающих по продуктивности сорт Безостая 1 и не имеющих разницы в уровне белковости (табл. 15).

15. Содержание белка у новых сортов озимой пшеницы селекции юго-западного селекцентра в сравнении с сортом Одесская 51

Сорт	Белок в зерне			Белок в муке		
	число опытов	содержание, %	разница	число опытов	содержание, %	разница
Одесская 51 } Безостая 1 }	145	14,56	-0,15	28	12,01	+0,61
		14,41			12,62	
Одесская 51 } Прибой }	79	14,23	-0,79	23	12,14	-0,20
		13,44			11,94	
Одесская 51 } Одесская 66 }	38	14,2	-0,6	23	12,4	-0,2
		13,6			12,2	
Одесская 51 } Одесская полу- } карликовая }	10	13,8	-0,8	17	12,8	-1,5
		13,0			11,3	
Одесская 51 } Чайка }	7	12,5	-0,0	20	12,6	-0,1
		12,5			12,5	

Тенденция к снижению белковости зерна и муки у новых сортов заметна. Однако, например, такой сорт, как Чайка, отличается высокой продуктивностью (районирован на 1982 г. в Полтавской области), равен по уровню белковости зерна широко распространенному сорту Одесская 51. Новые сорта озимой пшеницы, созданные в последние годы и изучавшиеся в Государственной комиссии (Госкомиссии) по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (Проминь, Обрий, Зирка, Котовчанка 1, Одесская 95), существенно превышают по урожайности сорт Одесская 51 и имеют равное или даже более высокое содержание белка в зерне и муке. Вместе с тем

необходимо подчеркнуть, что генотипически детерминированные различия обычно не превышают 1 % белка, в то время как под влиянием условий выращивания различия в белковости зерна одного генотипа могут достигнуть 10 %.

Генотипически детерминированный уровень белковости зерна не связан с его хлебопекарными достоинствами или реологическими свойствами теста. Например, известный сорт яровой пшеницы Саратовская 29 относится к генетически низкобелковым, однако по силе муки и хлебопекарным качествам это одна из лучших пшениц мира. Сорта озимой пшеницы Аврора, Кавказ, как правило, накапливают в зерне несколько больше белка, чем сорта Одесская 51 и Безостая 1, но по силе муки и хлебопекарным качествам они, бесспорно, им уступают. Сорт Прибой ниже по уровню белковости муки, чем сорт Безостая 1 (11,94 и 13,16 % в среднем по 26 опытам за 12 лет). Однако по объему хлеба разница между этими сортами недостоверна (в среднем 824 и 838 см³).

При обработке результатов анализа образцов из селекционных программ ВСГИ коэффициент корреляции между генотипически детерминированной белковостью и объемом хлеба был равен $0,123 \pm 0,194$, то есть свидетельствовал о полном отсутствии сопряженности между этими показателями. Не обнаружено также достоверной связи между генотипически детерминированным уровнем белковости и числом седиментации, силой муки, растяжимостью и упругостью теста. Очевидно, что технологические достоинства зерна генотипа практически не зависят от его способности накапливать в зерне несколько больше или меньше белка, чем у широко распространенных сортов.

Казалось бы, это утверждение, которое основано на большом фактическом материале, свидетельствует о целесообразности селекции озимой пшеницы на увеличение или сохранение на достигнутом уровне содержания белка. Но это не так. Дело в том, что из 34,6 кг растительного белка, потребляемого в среднем на душу населения в СССР, 14,5 кг, или около 42 %, поступает от зерновых культур, в основном от пшеницы. Снижение белковости зерна от внедрения сортов с пониженным количеством белка скажется на обеспеченности населения белком растительного происхождения.

На фоне почти повсеместного снижения белковости

товарного зерна, отмечаемого в последние годы, которое обусловлено ростом урожайности при возрастающем дефиците доступного азота в почве, актуальность этой задачи возрастает. Кроме того, как уже упоминалось выше, значительная часть пшеницы направляется на фуражные цели, а кормовая ценность зерна и продуктов его переработки (отруби, мучка) тесно связана с уровнем белковости.

Селекция пшеницы на повышение белковости зерна ведется в ряде стран (США, Индия). Предполагается, что очередным этапом «зеленой революции» должно стать повышение содержания белка с помощью генотипических методов (Хроника Всемирной организации здравоохранения, 1974). Начиная с 1954 г., в США (штат Небраска) активно ведется селекционная работа по созданию высокобелковых сортов озимых мягких пшениц. Первый высокобелковый сорт, полученный в этой программе, Ланкота, уже высеивается в условиях производства. Учитывая большую актуальность проблемы, исследования закономерностей генетического контроля уровня белковости зерна в настоящее время ведутся многими учеными.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что генетический контроль этого признака имеет полигенную природу. При гибридизации в F_2 и F_3 белковость зерна наследуется промежуточно с распределением, близким к нормальному (Рачински, 1969; Созинов, Попереля, Парфентьев, 1971; Бебякин, 1975, и др.). Использование методов моносомного анализа показало, что генетический контроль уровня белковости (сорт Атлас 66) осуществляется генами, локализованными в хромосомах 5A, 5B, 5D (Моррис и др., 1973, 1979; Джонсон и др., 1976), хромосомах 4D, 5A, 5B, 78 (Ауземус и др., 1970). У сорта Люна (Тарковски и др., 1976) гены, контролирующие содержание белка, локализованы в хромосомах 1D, 2D, 2A, 4B, 5D, 5A, 6A, 6B, 6D, 4A и 2B.

Если суммировать выводы всех известных работ по локализации генов, ответственных за уровень белковости зерна, то следует прийти к заключению о причастности к формированию этого признака всех хромосом пшеницы. В то же время при изучении связи уровня белковости зерна с вариантами и блоками компонентов глудина было показано, что хромосомы 1A, 1B, 1D, 6A, 6B,

6D, вероятно, не участвуют в генетическом контроле белковости зерна (Созинов и др., 1974).

Возможно, моносомный анализ не позволяет конкретно осуществлять изучение закономерностей генетического контроля такого сложного признака, как белковость зерна. Моносомные линии и дителосомы, как правило, развиваются не совсем нормально, и это сказывается на выполненности зерна, а следовательно, и его белковости. Поэтому можно утверждать, что до настоящего времени еще не выполнены конкретные работы по идентификации и локализации генов, обуславливающих изменчивость белковости зерна у *Triticum aestivum*. Не увенчались также успехом попытки найти признаки-маркеры высокой белковости. Некоторые ученые (Джонсон и др., 1963, 1970) считают, что этот признак сцеплен с устойчивостью к листовой ржавчине, но это оказалось справедливым только для гибридных комбинаций, где в качестве одного из родителей привлекался сорт Атлас 66. Многие исследователи (Аустин, 1963; Ритц, 1967; Тэндон и др., 1970; Ха и др., 1971) утверждают, что уровень белковости сопряжен с окраской зерна. Но если, по мнению одних авторов, наиболее высокобелковым является генотип с желтым зерном, то, по мнению других, — с красным зерном. Вероятно, в некоторых комбинациях действительно наблюдается сопряженность белковости с цветом зерна, но в качестве генетического маркера этот признак ненадежен. Не удалось получить достоверные результаты связи уровня белковости с высотой растений (Джонсон и др., 1973).

В отечественной и зарубежной литературе высказывалось предположение, что генотипические различия в уровне накопления белка связаны с генотипически детерминированными свойствами эндосперма. Генотипы, у которых синтез белка в зерновке идет более активно, накапливают его больше. Однако проведенные во ВСГИ исследования не подтвердили этой закономерности (Созинов и др., 1976). Было, в частности, показано, что белковость зерна стерильных аналогов не зависит от уровня белковости опылителей (табл. 16).

В фитотроне ВСГИ А. Н. Хохлов и Н. Рудольф изучали аттрагирующую способность колосьев, срезанных в фазе молочного состояния зерна на уровне верхнего узла. Колосья помещали на 48 ч в раствор меченной ^{14}C глютаминовой кислоты. Было установлено, что радиоак-

16. Белковость и урожайность гибридных зерен на МС-сортах в зависимости от опылителей (1977 г.)

Опылитель	Стерильные аналоги сортов				Белко- вость опылите- лей, %
	Одесская 51		Безостая 1		
	содержа- ние бел- ка, %	масса зе- рен с 1 колоса, г	содержа- ние бел- ка, %	масса зе- рен с 1 колоса, г	
Пардю 4930	17,1	1,05	19,2	0,74	16,4
Атлас 66	15,7	1,21	19,7	0,64	16,0
Одесская 51	15,3	1,24	—	—	12,4
Безостая 1	—	—	19,4	0,72	12,9

тивность препаратов из колосьев высокобелкового сорта Пардю 4930, сорта с повышенной белковостью Обрий и низкобелкового сорта Гейнес существенно различается. Если принять радиоактивность препарата из сорта Пардю 4930 за единицу, то соотношение ее у следующих сортов будет 1 : 1,7 : 2,4 в расчете на целое зерно, 1 : 1,5 : 2,6 — на общий азот по Кьельдалю и 1 : 1,6 : 3,0 — на белок по Лоури, то есть аттрагирующая активность колоса в этом опыте связана с белковостью обратной зависимостью.

Необходимо подчеркнуть, что скорость накопления общего азота в зерне в условиях эксперимента значительно превышала обычно наблюдаемую в этой фазе в полевых условиях и была особенно высокой у низкобелкового сорта (Хохлов, 1980).

Таким образом, системы, обеспечивающие синтез белка в зерновках, способны связывать в полипептидах практически все поступающие извне азотистые соединения. Более высокий уровень накопления белка у низкобелкового сорта Гейнес, вероятно, обусловлен лучшей проводимостью сосудистой системы, а не более активным синтезом белков. Но это предположение требует проверки.

Наиболее вероятно, что причины, обуславливающие генетически детерминированную изменчивость в накоплении белка, связаны не с отдельными органами, а с особенностями роста и развития всего растения. Эндоспермальная ткань — это неизбирательный накопитель, потребляющий пластические вещества в тех соотношениях, которые ему и предлагаются. Можно предполагать, что

уровень белковости зерна почти полностью зависит от генотипа материнского растения.

Для того чтобы изучить воздействие отдельных систем и особенностей развития растений на изменчивость генотипически детерминированной белковости зерна, была предложена специальная формула (Созинов и др., 1977; Хохлов, 1980):

$$B_z = \frac{K_N \cdot \Pi}{K_{\text{хоз}}} \cdot 5,7,$$

где $K_{\text{хоз}}$ — доля зерна в урожае надземной массы; K_N — доля азота зерна в суммарном выносе; Π — содержание азота в суммарной биомассе.

Изменчивость белковости зерна, связанная с вариацией K_N и Π , относится к так называемой азотной составляющей, а противоположная ей, обусловленная $K_{\text{хоз}}$, к углеводной составляющей.

Проведенные исследования показали, что наиболее существенные различия между генотипом озимой пшеницы сопряжены с изменчивостью индекса урожайности, или $K_{\text{хоз}}$, а наиболее консервативный признак — Π (табл. 17).

Анализ показал, что между показателем $K_{\text{хоз}}$ и белковостью зерна существует тесная обратная зависимость (табл. 18).

17. Генотипическая изменчивость белковости зерна и некоторых систем, обуславливающих ее величину (среднее четырех опытов 1975 г., по Хохлову)

Сорт	Белок, %	K_N	Π	$K_{\text{хоз}}$	Сбор белка, кг/га
Гейнес	12,7	0,57	1,48	0,38	391
Эритроспермум 587/74	13,4	0,65	1,50	0,41	510
Одесская 51	14,3	0,64	1,37	0,35	546
Одесская 66	14,5	0,54	1,44	0,33	635
Безостая 1	14,6	0,56	1,53	0,34	572
Эритроспермум 394/74	15,0	0,66	1,54	0,39	719
Прибой	16,1	0,56	1,47	0,31	574
Одесская 66	15,1	0,54	1,30	0,26	346
Восход	15,4	0,57	1,39	0,29	515
Кавказ	15,7	0,57	1,50	0,31	597
Пардю 4950	17,7	0,50	1,37	0,22	516
Атлас 66	17,7	0,51	1,47	0,27	479
Среднее	15,1	0,58	1,45	0,32	53,3
Вариация, %	9,8	8,1	5,1	17,7	—

18. Корреляция между уровнем белковости зерна и отдельными его обуславливающими системами (по Хохлову)

Признак	Год		
	1973	1974	1975
Белковость зерна — $K_{хоз}$	-0,90	-0,81	-0,82
Белковость зерна — K_N	0,09	-0,38	-0,51
Белковость зерна — Π	0,05	-0,15	-0,24
Белковость зерна — $K_N \cdot \Pi$	0,08	-0,52	-0,45
$K_N - \Pi$	0,16	0,15	0,42
$K_N - K_{хоз}$	0,20	0,74	0,83
$\Pi - K_{хоз}$	0,29	0,49	0,63
$K_N \Pi K_{хоз}$	0,33	0,72	0,87

Вероятно, увеличение доли зерна в биомассе обусловлено в первую очередь улучшением условий для накопления в зерновках углеводов. Одновременно с этим может наблюдаться и более активный синтез белков. Например, сорт Одесская 51 в опытах ВСГИ имел $K_{хоз}$ 0,35 и содержание белка — 14,3 %. В этих же условиях у одной из его родительских форм (сорт Одесская 16) $K_{хоз}$ был всего 0,26, содержание белка — 15,1 %. Однако сбор его с единицы площади у последнего сорта был существенно меньше, чем у Одесской 51 (соответственно 346 и 546 кг/га). Очевидно, что у сорта Одесская 51 более активно идут процессы биосинтеза углеводов и белка, но углеводная составляющая растет быстрее, чем азотистая.

Причины снижения синтеза белков у сортов с высоким $K_{хоз}$ не совсем ясны. Вероятно, определенную роль играет относительное азотное голодание. Высокопродуктивные сорта в процессе вегетации и налива зерна требуют большего содержания доступного азота в почве, чем низкопродуктивные, а его запасы ограничены, и, естественно, сорта интенсивного типа испытывают азотное голодание.

Бхатия и Рэбсон (1976) рассчитали потребность в дополнительном азоте для увеличения содержания белка на 1 % (табл. 19).

Каждый процент увеличения содержания белка в зерне требует дополнительного поступления 6—11 % азота. Он может поступить либо путем непосредственно-

19. Увеличение потребности в азоте при приросте белковости зерна на 1 % у различных культур (по Бхатия и Рэбсону, 1976)

Культура	Стандартный состав на сухое вещество, %				Потребность в азоте, мг/г		Увеличение потребности в азоте, %
	белок	углеводы	жиры	зола	при стандартном содержании	при повышенной белковости, %	
Пшеница	14	82	2	2	16,0	17,0	6
Рис	8	88	2	2	9,7	10,8	11
Кукуруза	10	84	5	1	11,3	12,3	9
Ячмень	9	80	1	4	11,5	12,3	10
Сорго	12	82	4	2	13,6	14,6	7
Овес	13	77	5	5	14,8	15,8	7
Рожь	14	82	2	2	11,0	12,0	6

го поглощения из почвы в период налива зерна, либо путем реутилизации азота, накопленного в вегетативной массе до начала налива. Естественно, что аналогичное положение складывается и при приросте сбора белка с гектара. Например, в 1975 г. сорту интенсивного типа Безостая 1 потребовалось для синтеза белка при его содержании в зерне 14,6 % на 78 кг азота больше, чем экстенсивному сорту Одесская 16, у которого белковость зерна в опыте составляла 15,1 %. Безусловно, относительный дефицит азота — это только одна из причин, обуславливающих снижение белковости зерна при росте $K_{хоз}$. Определенное значение оказывает также то, что у этих сортов колос крупнее и его аттрагирующая способность выше. Это приводит к ускорению тока пластических веществ. Их концентрация и время пребывания в стебле уменьшаются. Соответственно снижается возможность накопления углеводов в стебле и корректировки соотношения веществ, поступающих в зерновки. В результате при росте доли зерна в надземной биомассе его белковость снижается до уровня, соответствующего неотрекорректированному соотношению C:N в пластических веществах.

Можно утверждать, что снижение белковости зерна у многих более продуктивных сортов интенсивного типа не связано с конкуренцией за энергию между белком и уг-

леводами или более значительной потребностью энергии на биосинтез белка.

Отсутствие достоверной связи между белковостью зерна и K_N и некоторая тенденция к обратной зависимости между этими величинами, безусловно, не сопряжены с отрицательным воздействием концентрации белка на увеличение его доли в зерновках. Это, наиболее вероятно, — результат сопряженности этого фактора с $K_{хоз}$. То же относится и к показателям P и K . В принципе увеличение концентрации азота в биомассе (P) или показателя $K_N \cdot P$ при равном $K_{хоз}$ должно способствовать увеличению содержания белка.

Увеличение концентрации азота в биомассе некоторые исследователи связывают со снижением продуктивности (Вилькоккс, 1954). Возможно, это в какой-то мере справедливо для кукурузы (табл. 20).

20. Характеристика обычной (Одесская 10) и высокобелковых форм кукурузы (по Имшинецкому, Сысоеву, 1976)

Показатель	Одесская 10	Одесская 10 Я	Одесская 10 II	ЛНР
Белковость зерна, %	13,0	15,8	18,7	24,9
Урожай зерна с 1 растения, г	200	150	122	55
Масса растения, г	543	456	391	209
Суммарный азот растения, г	8,45	7,61	7,39	4,63
$K_{хоз}$, %	37	33	31	26
K_N , %	49	50	49	48
P , %	1,56	1,66	1,89	2,22

Однако у пшеницы депрессия биомассы с ростом P не обязательна. Например, при сравнении старого экстенсивного сорта Одесская 16 и его производных сортов интенсивного типа Одесская 51 и Прибой можно видеть, что при значительно более высокой продуктивности у последних показатель P даже несколько выше.

Наиболее сложна в селекции высокобелковых пшениц проблема обратной зависимости белковости с $K_{хоз}$, так как все успехи селекции на продуктивность, достигнутые в СССР и за рубежом, связываются с повышением индекса урожайности, или $K_{хоз}$ (Бингем, Блэкман, 1978).

Вероятно, этот путь повышения продуктивности будет использоваться и в дальнейшем. Хотя у озимой пшеницы, возможно, увеличение $K_{\text{хоз}}$ более 0,5 будет сопряжено с нарушением биологического равновесия, как это наблюдается у карликов. Если увеличение $K_{\text{хоз}}$ — главное направление дальнейшего прогресса селекции пшеницы, то, казалось бы, следует смириться с неизбежным снижением белковости зерна у новых сортов.

Селекция, как правило, находит пути преодоления отрицательных корреляций. Одним из таких путей может быть повышение K_N . Этого можно добиться, создавая генотипы, которые более активно поглощают азот в период зернообразования, так как основная масса поступающего в этот период азота направляется в зерновки. Целесообразно также выделять генотипы, обладающие способностью к лучшей реутилизации азота за счет накопления в растениях преимущественно легкогидролизуемых азотистых веществ или отличающихся большой активностью нитратредуктазы.

О реальности такого пути свидетельствует выполненный А. М. Хохловым анализ данных, полученных группой Джонсона (1975) в США.

21. Характеристика форм озимой пшеницы, различающихся по белковости зерна, среднее за 1973, 1974 гг. (по Jonson et al., 1975)

Показатель	С I 17389	Н E 3547	Лансер
Урожайность сухого вещества, г/м ²	1023	903	931
Урожайность зерна, г/м ²	324	257	279
Белковость зерна, %	16,2	16,9	14,6
$K_{\text{хоз}}$, %	32	29	30
K , %	65	62	55
P , %	1,38	1,37	1,39
Общий вынос азота, г/м ²	14,1	12,4	12,9
Сбор белка в зерне, г/м ²	52,5	43,4	40,7

Как видно из данных таблицы 21, все три сорта практически не отличаются один от другого по $K_{\text{хоз}}$ и P , но два первых сорта имеют более высокий показатель K_N . Повышенная продуктивность сорта С I 17 389 обусловлена в основном тем, что эта форма накапливает больше биомассы. Сорт NE 3547 имеет выше белковость зерна тоже благодаря более активному транспорту азота в зерне,

но при этом его урожай практически равен урожаю стандартного сорта.

Выделение генотипов с оптимальным $K_{\text{хоз}}$, обеспечивающих получение высокого урожая зерна и отличающихся лучшим выносом и использованием азота за счет усиления азотной составляющей $K_{\text{N}} \cdot \Pi$, является главным направлением селекции пшеницы на повышенное содержание белка.

В 1974—1981 гг. во ВСГИ были созданы сорт Обрий и линия Б-16 (Одесская зернофуражная), которые не уступают лучшим сортам озимой пшеницы по урожайности, но отличаются способностью накапливать больше белка в зерне (табл. 22).

22. Урожай и качество зерна районированных и перспективных сортов пшениц (среднее за 1978—1979 гг.)

Сорт, линия	Урожайность, ц/га	Белок в зерне		Масса 1000 зерен, г	Седимента- ция, мл
		%	ц/га		
Безостая 1	54,1	14,1	7,64	35,5	47
Одесская полукарликовая	62,3	13,4	8,35	34,6	50
Обрий	60,1	15,2	9,15	32,6	53
Одесская зернофуражная	60,0	15,9	9,55	36,5	29

Эти формы не подчиняются общей закономерности—снижению белковости зерна по мере увеличения $K_{\text{хоз}}$, характерной для большинства сортов озимой пшеницы, созданных в последние 40 лет (рис. 8).

Само существование таких форм — наиболее убедительный аргумент в пользу целесообразности и возможности селекции озимой пшеницы на высокое содержание белка. Самое главное, что в этом случае селекция как бы разрывает обратную зависимость между уровнем продуктивности генотипов и содержанием белка в их зерне, которая действительно существует и характерна для большинства сортов.

Многие исследователи убеждены в том, что по мере создания более продуктивных сортов неизбежно снижение белковости их зерна. Это утверждение привело к тому, что во многих селекционных программах по озимой пшенице содержание белка в зерне вообще не учитыва-

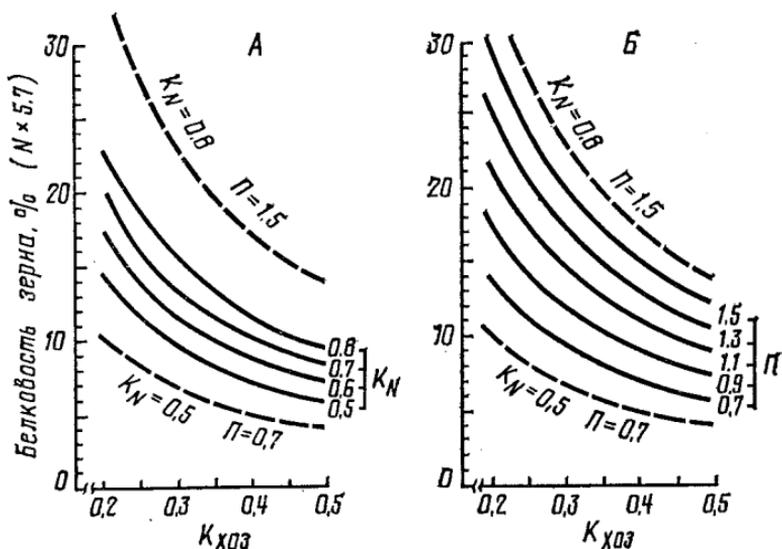


Рис. 8. Зависимость белковости зерна от $K_{хоз}$ при варьирующих значениях K_N и P : А — $P=1\%$ const; Б — $K_N=0,7$ const. Пунктиром обозначены функции при крайних сочетаниях K_N и P .

ется. Очень мало уделяет внимания этому признаку Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Генетически низкобелковые сорта районировались в последние годы без ограничений. Вместе с тем, если бы при помощи селекции удалось даже не повышать белковость зерна, а сохранять ее на уровне районированных сортов, это означало бы получение дополнительно сотен тысяч тонн растительного белка. Но особую ценность представляют сорта, которые при высокой продуктивности накапливают больше белка, а следовательно, существенно превышают по сбору его с гектара районированные сорта.

Исследование факторов, обуславливающих высокую белковость сорта Одесская зернофуражная при значительной его продуктивности, показало, что главное его отличие от сорта Безостая 1 — значительно больший вынос азота после цветения и лучшая его реутилизация (табл. 23).

В 1980 г. сорт Одесская зернофуражная снова существенно превысил все сорта, районированные на юге

23. Накопление азота растениями сортов Одесская зернофуражная и Безостая 1 (1978 г.)

Сорт, линия	Вынос азота (г/м ²) в фазе				Вынос азота после цветения		Реутилизация	
	цветения	полной спелости			г/м ²	% к сумме	г/м ²	%
		зерно	солома	сумма				
Безостая 1	15,8	14,3	5,2	19,5	3,7	19,9	10,6	67
Одесская зернофуражная	13,4	16,4	2,8	19,2	5,8	30,2	10,6	70

Украины, по урожаю зерна и особенно по сбору белка с гектара (табл. 24). Основной недостаток сорта — очень

24. Показатели сорта Одесская зернофуражная в сравнении с лучшими районированными сортами

Сорт	Урожайность, ц/га	Белок в зерне		Хлебопекарная оценка по 5-балльной шкале
		%	ц/га	
Одесская зернофуражная	58,3	15,5	9,04	1
Прибой	55,2	13,2	7,29	4
Эритроспермум 127	55,2	13,5	7,45	5
Одесская 51	48,8	13,9	6,67	5
Безостая 1	44,0	13,4	5,90	4

низкие хлебопекарные качества. Однако это не может служить препятствием для его внедрения в производство. Как уже упоминалось, значительная часть пшеничного зерна направляется на фуражные цели. При таком использовании на первый план выдвигается требование к повышенному содержанию белка. Внедрение зернофуражных пшениц в производство обеспечит отечественную комбикормовую промышленность высококачественным сырьем. Необходимо подчеркнуть, что в ряде районов озимая пшеница — наиболее урожайная зерновая культура, и ее посеы специально для фуражных целей позволят более успешно решать кормовую проблему.

Очень важно, что при селекции зернофуражных пшениц можно не учитывать один из наиболее сложных для

селекции признаков — технологические достоинства зерна, а также вовлекать в селекционную проработку мягкозерные генотипы (Soft), среди которых много высокопродуктивных форм. Это резко облегчает ведение селекционного процесса.

Возникает вопрос, не решит ли проблему кормового зерна внедрение в производство тритикале. Вероятно, нет, так как мировой опыт показал, что практически все тритикале характеризуются значительной неустойчивостью урожая.

Результаты изучения зависимости белковости зерна от $K_{\text{хоз}}$ и других признаков позволяют по-новому подойти к оценке исходного материала для селекции. К донорам высокой белковости зерна совершенно непропорционально относят генотипы, которые при испытании на делянках накапливают в зерновках много белка. Большинство этих форм имеют низкий $K_{\text{хоз}}$, или, как отмечал В. Г. Рядчиков (1978), они попадают под запал из-за позднеспелости и формируют щуплое зерно. Такие формы часто относят еще и к высоколизиновым. Однако из-за того, что повышенная белковость зерна у них связана с низкой продуктивностью при вовлечении их в гибридизацию и выделении высокопродуктивных генотипов, содержание белка у последних зачастую бывает даже более низким, чем у районированных сортов. Поэтому в каталогах обязательны данные о сборе белка с единицы площади в сравнении с рядом выращенными стандартными сортами, показатель $K_{\text{хоз}}$. Очень желательна также информация об уровне $K_N \cdot P$. Вероятно, возможно выделение еще каких-либо генетически детерминированных систем, обуславливающих высокий уровень белковости, но для этого необходим специальный гибридологический анализ. Рекомендовать же селекционеру просто высокобелковые формы без соответствующего анализа причин, обуславливающих эту белковость, совершенно нецелесообразно и даже вредно. Веря в то, что он располагает донором, селекционер затрачивает много времени и средств на преодоление отрицательных свойств этого донора путем гибридизации и после многолетних отборов и затрат времени и труда не получает положительных результатов.

Для характеристики генетически детерминированных свойств зерна пшеницы во многих европейских странах используется классификация, основанная на сравнении

нового сорта с сортами-эталоном. В Австрии, ФРГ, Франции и других странах сорта пшеницы по качеству зерна делятся на классы А, В, С с дроблением на подклассы А₁, А₂..., В₁, В₂... На основании сравнительной оценки качества зерна изучаемых генотипов и выращенного в этих же условиях зерна эталонных сортов или их аналогов новые селекционные линии, а также вновь районированные сорта относятся к соответствующему классу. Это значительно облегчает работу селекционеров и дает возможность технологам, заготовителям, фермерам в доступной форме получать информацию о технологических достоинствах сортов.

КЛАССИФИКАЦИЯ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ РАЗЛИЧИЙ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ДОСТОИНСТВАМ ЗЕРНА

Предлагаем следующую классификацию сортов отечественных пшениц по генетически детерминированному уровню качества зерна.

Типы сортов пшеницы по качеству зерна

- Тип 1 — пшеница хлебная.
- Тип 2 — пшеница макаронная.
- Тип 3 — пшеница зернофуражная.

Тип 1 — пшеница хлебная

К этому типу относятся сорта мягкой пшеницы (трикум эстивум), яровой и озимой, по своим генетическим детерминированным свойствам обладающие способностью давать муку, тесто из которой имеет хорошие или удовлетворительные реологические свойства и позволяет получать нормальный хлеб и хлебобулочные изделия, соответствующие установившимся в практике лабораторной выпечки требованиям по объему, пористости, цвету и форме корки и т. д.

Сорта пшеницы хлебной подразделяются на классы.

К л а с с ы

- 1.1. — пшеница хлебная яровая твердозерная.
- 1.2. — пшеница хлебная яровая мягкозерная.
- 1.3. — пшеница хлебная озимая твердозерная.

1.4. — пшеница хлебная озимая мягкозерная.

Классификация сортов на яровые и озимые осуществляется на основе их биологического типа развития. Пшеницы-двуручки относятся к озимому типу, так как их, как правило, высевают осенью. Твердозерность и мягкозерность устанавливается на основе испытания на твердомере Брабендера или ПСХ-4. Для отнесения сорта к тому или иному типу необходим анализ нескольких образцов зерна, выращенных в разные годы или в различных точках. К сильным относятся только твердозерные пшеницы.

Сорта пшеницы в пределах классов по генетически детерминированным свойствам зерна делятся на группы.

Группы сортов по качеству

Класс 1.1. — пшеница хлебная яровая твердозерная

Группа 1.1.1. — сорта яровые твердозерные отличные улучшители, типа Саратовская 29.

Группа 1.1.2. — сорта яровые твердозерные хорошие и удовлетворительные улучшители, типа Безенчукская 98, Новосибирская 67, Саратовская 42.

Группа 1.1.3. — сорта яровые твердозерные ценные, с отличными и хорошими хлебопекарными качествами, но недостаточно высокой силой муки, типа Саратовская 3, Скала, Харьковская 93, Пиротрикс 28, Московская 35.

Группа 1.1.4. — сорта яровые твердозерные, слабые, с удовлетворительными и плохими хлебопекарными качествами, типа Мильтурум 553, Акмолинка, Шортландинка.

Класс 1.2. — пшеница хлебная яровая мягкозерная

Группа 1.2.1. — сорта яровые мягкозерные ценные, с отличными и хорошими хлебопекарными качествами, но недостаточно высокой силы муки, типа Волжанка.

Группа 1.2.2. — сорта яровые мягкозерные слабые, с удовлетворительными и плохими хлебопекарными качествами, типа Башкирская 9, Одесская 13.

Класс 1.3. — пшеница хлебная озимая твердозерная

Группа 1.3.1 — сорта озимые твердозерные отличные улучшители, типа Безостая 1, Обрий.

Группа 1.3.2.— сорта озимые твердозерные хорошие и удовлетворительные улучшители, типа Одесская 51, Мироновская 808.

Группа 1.3.3. — сорта озимые твердозерные ценные, с отличными и хорошими хлебопекарными качествами, но недостаточно высокой силой муки, типа Одесская 16, Прибой, Днепровская 775, Ахтырчанка.

Группа 1.3.4. — сорта озимые твердозерные слабые, с удовлетворительными и плохими хлебопекарными качествами, типа Кавказ, Аврора.

Класс 1.4. — пшеница хлебная озимая мягкозерная

Группа 1.4.1. — сорта озимые мягкозерные ценные, с отличными и хорошими хлебопекарными качествами, но недостаточно высокой силой муки, типа Альбидум 114.

Группа 1.4.2. — сорта озимые мягкозерные слабые, с удовлетворительными и плохими хлебопекарными качествами, типа Сава, Альмус.

Тип 2 — пшеница макаронная

Класс 2.1. — пшеница макаронная яровая

Группа 2.1.1.— сорта твердой яровой пшеницы с янтарным стекловидным крупным зерном и желто-кремовым цветом макаронных изделий, типа Харьковская 46.

Группа 2.1.2. — сорта твердой яровой пшеницы с полустекловидным зерном и от светло-кремового до белого цвета макаронами, типа Накат, Алмаз.

Класс 2.2. — пшеница макаронная озимая

Группа 2.2.1. — сорта твердой озимой пшеницы с янтарным стекловидным крупным зерном и желто-кремовым цветом макаронных изделий, типа Парус.

Группа 2.2.2. — сорта твердой озимой пшеницы с янтарным полустекловидным зерном и светло-кремовым и беловатым цветом макаронных изделий, типа Одесская юбилейная.

Тип 3 — пшеница зернофуражная

Класс 3.1. — пшеница зернофуражная яровая

Класс 3.2. — пшеница зернофуражная озимая

Зернофуражная пшеница — это все сорта, которые отличаются повышенным содержанием белка, высокими

урожаями и имеют неудовлетворительные хлебопекарные качества.

Индексы. Сорты с красным зерном имеют индекс К, с белым — Б, с генетически обусловленным повышенным содержанием белка — П, с генетически обусловленным низким содержанием белка — Н.

СЕЛЕКЦИЯ КУКУРУЗЫ

Параллельно с селекцией на повышение урожайности широко ведутся работы по улучшению качества зерна кукурузы, созданию гибридов с повышенным содержанием белка и одновременным улучшением его аминокислотного состава, в первую очередь за счет увеличения доли незаменимой аминокислоты — лизина.

Открытие мутанов Опейк 2 и Флаури 2 (Мертц и др., 1964; Нельсон и др., 1965) позволило начать селекцию кукурузы на улучшение кормовых и пищевых достоинств зерна. Под влиянием гена Опейк 2 количество лизина в суммарном белке зерна возрастает в 1,5—1,8 раза, значительно повышается содержание триптофана, аргинина, аспарагиновой кислоты и глицина. Наряду с этим снижается количество глютаминовой кислоты, пролина, лейцина, тирозина и серина в сравнении с их содержанием в белке обычной кукурузы. Ген Флаури 2 также способствует увеличению содержания лизина, но его действие несколько слабее, чем Опейк 2. В зерне Флаури 2 меньше глютаминовой кислоты, пролина, лейцина, аланина, тирозина и серина по сравнению с обычными аналогами (Хаджинов и др., 1975).

Многочисленные исследования на лабораторных и домашних животных показали высокие кормовые достоинства белка зерна Опейк 2. Было установлено также, что эта мутация способствует резкому повышению питательной ценности кукурузы для человека. В основном это обусловлено более высокой концентрацией лизина в белке мутантных зерновок.

Содержание лизина повышается вследствие уменьшения количества зеина и увеличения доли более полноценных белков — альбуминов и глобулинов. Содержание их возрастает в 1,5—2 раза, а уровень глютелинов повышается на 10—15 %, в то время как содержание зеина снижается в 2—3,5 раза по сравнению с его количеством у обычной кукурузы.

Действие гена Флаури 2 на изменчивость фракционного состава белка проявляется слабее (табл. 25).

25. Фракционный состав белка целого зерна линий обычной кукурузы, Опейк 2 (Хаджинов и др., 1975)

Компонент белка	Линия W 64		Линия W 153	
	обычная	высоколизиновая	обычная	высоколизиновая
Альбумины	8,9	8,9	9,0	10,6
Глобулины	4,5	14,8	7,6	16,5
Зенин	27,8	7,9	24,1	7,8
Глютелины	37,5	44,7	32,5	39,3
Небелковый азот	5,9	18,9	6,4	15,1
Неизвлекаемый остаток	14,4	7,0	11,0	12,7

Примечание. Азот фракций в процентах общего азота.

С помощью электронной микроскопии (Уолл, Паулис, 1975) было показано, что матричные белки обычной кукурузы покрыты значительным количеством белковых тел диаметром около 2 мкм. У форм, несущих ген Опейк 2, таких белковых гранул практически нет. В результате нарушения биосинтеза проламинов у такого зерна формируется мучнистый, тусклый эндосперм, объемная масса зерна снижается на 5—7 %.

Сейчас почти во всех селекционных программах используются гены Опейк 2 и Флаури 2. В основном работа сводится к созданию на их основе аналогов лучших линий и сортов; выведению новых высоколизиновых линий и получению на их основе высокопродуктивных гибридов и гибридных популяций; улучшению физических свойств зерна высоколизиновой кукурузы путем использования двойных мутантов и модифицированного (пятнистого) типа зерна; выведению на мутантной (Опейк 2) основе линий, гибридов и гибридных популяций с повышенным уровнем белка.

Высоколизиновые аналоги создаются в основном при помощи возвратных насыщающих скрещиваний (беккроссов). В качестве доноров гена Опейк 2 используют линии с уровнем лизина 3,9—4,7 %. Рецессивный ген Опейк 2 маркирует эндосперм, превращая его роговидную часть в мучнистую. Это значительно облегчает отбор гомозиготных по этому гену форм. Применив 5—6

беккроссов, при последующем размножении можно получить высоколизинный аналог любой самоопыленной линии, который по морфологическим признакам и комбинационной способности практически не отличается от оригинальной линии (Рядчиков, 1978).

Но полученные таким путем аналоги линий и гибридов обладают рядом нежелательных признаков. Зерновки типа Опейк 2, как правило, легче, чем зерновки нормального генотипа. Обусловлено это тем, что плотность семян Опейк 2 в среднем снижается на 8—10 %, масса эндосперма — на 15—30 %, а масса зародыша увеличивается на 20—25 %. Кроме того, к моменту уборки влажность зерна Опейк 2 на 1,8—5,0 % выше в сравнении с обычными аналогами. Характерно, что початкам Опейк 2 свойственна повышенная восприимчивость к болезням, особенно к фузариозу, и вредителям.

По урожаю зерна высоколизинные аналоги гибридов, как правило, уступают обычным в среднем на 10—15 %. Правда, некоторые высоколизинные гибриды по продуктивности достигают уровня лучших обычных гибридов (Краснодарский 303 ВЛ), но в большинстве случаев они имеют пониженную продуктивность или более низкое содержание лизина, чем исходные формы Опейк 2 (Хаджинов, Зима, 1972; Мусийко и др., 1974; Рядчиков, 1978).

В селекционных программах на улучшение качества белка намечилось несколько путей преодоления этих недостатков. Во-первых, выделение генотипов Опейк 2 и Флаури 2, минимально снижающих массу зерна. Для этого проводят насыщающие скрещивания (Александр, 1966; Галеев и др., 1969); Коварский и др., 1969; Зима и др., 1972).

Второе направление — использование так называемых генов-модификаторов, уменьшающих отрицательное действие генов Опейк 2. Наибольшее внимание уделяется поиску генов, под влиянием которых в эндосперме синтезируется зенноподобный белок, который хорошо связывает крахмальные зерна и увеличивает стекловидность и плотность эндосперма. По биологической ценности белок модифицированного Опейк 2 почти не уступает немодифицированному (Прадилла и др., 1973; Рядчиков, 1978). Установлено, что в модификации эндосперма с геном Опейк принимают участие множественные гены, на действие которых большое влияние оказывает генетиче-

ская среда. Поэтому очень важно использовать в селекции на улучшение качества зерна большое количество разнообразных форм кукурузы и на их основе создавать инбредные линии с геном Опейк 2, отличающиеся минимальной депрессией зерна. Эти линии должны поступить в систему диаллельных скрещиваний и использоваться для создания синтетических популяций, гетерозиготных по аллелю Опейк 2.

К. И. Зима в Краснодарском НИИСХ, используя принцип отбора по признаку «относительная масса зерна Опейк 2», добился накопления соответствующих генов-модификаторов относительно рецессивной аллели Опейк 2, что позволило получить гибриды Опейк 2 с массой семян, близкой к обычным гибридам.

На основе использования генов-модификаторов развернуто создание высоколизиновых гибридов кукурузы с роговидным эндоспермом. Однако обычно полученные таким путем формы не достигали по урожайности стандарта. Кроме того, роговидные участки эндосперма отличались пониженным содержанием лизина в белке и увеличенной долей зеиновой фракции. Более перспективным оказалось изучение взаимодействия аллели Опейк 2 с другими эндоспермовыми мутантными генами. Лучшие результаты получены при сочетании мутаций Опейк 2 и Шугари 2, одновременное действие которых в одном генотипе обеспечивает формирование эндосперма, практически не отличимого от нормального, а по содержанию лизина, близкого к Опейк 2. Но на пути практического использования этих двойных мутаций встретились значительные трудности, связанные с отрицательным влиянием двух рецессивных аллелей на продуктивность.

Поиск путей преодоления отрицательных свойств мутаций, подавляющих синтез зеина, продолжается. Периодически появляются сообщения о новых типах мутаций, о новых генах-модификаторах, удачных сочетаниях мутаций, но пока в условиях производства высоколизиновые, высокопродуктивные гибриды с роговидным эндоспермом и устойчивые к болезням не появились.

Изменение природы растений — задача трудная. Но слишком велико значение высоколизиновых гибридов для животноводства, а в развивающихся странах — и для питания людей. Поэтому во многих селекцентрах ученые продолжают работать над созданием таких гибридов.

Кукуруза — это злак с относительно низким содержанием белка. А при получении высоколизиновых гибридов отмечается тенденция к падению белковости, и в среднем линии с генами Опейк 2 имеют в зернах на 0,7 %, а в эндосперме даже на 2,1 % белка меньше, чем у обычной кукурузы (Рядчиков, 1978). Поэтому селекционеры в последние годы уделяют все больше внимания увеличению содержания белка. Несмотря на большие трудности в этом направлении, уже получены положительные результаты. Были выяснены механизмы, обеспечивающие более интенсивное накопление белка в зерновках кукурузы. Оказалось, что у линий с повышенным содержанием белка так же, как и у высокобелковых форм пшеницы, отмечаются более активное поглощение азота в период формирования и налива зерновок и лучшая его реутилизация.

В США (Нельсон, 1979) выделены линии кукурузы, которые при более высоком уровне белковости зерна имели лучшую аминокислотную картину при сравнительно незначительной репрессии зеиновой фракции белка (табл. 26).

26. Содержание белка и его качество у некоторых мутантных линий кукурузы (по Нельсону, 1979)

Генотип	Содержание, %		
	белка	лизина	зеина в белке
Обычная кукуруза	12,3	1,9	65,4
Опейк 2	12,3	3,2	39,4
ОХ-7749	14,4	2,6	50,7
ОХ-7455	12,9	2,7	48,3
ОХ-7537	17,4	1,7	53,8

Вообще выделение мутантных форм, имеющих нормальный синтез зеина и в то же время отличающихся более высоким содержанием лизина, представляет большой интерес, так как трудно предположить, что можно получить высокопродуктивные, устойчивые к болезням гибриды кукурузы, у которых нарушен биосинтез одного из важнейших запасных белков.

Во ВСГИ (Ключко, 1978) путем возвратных скрещиваний удалось получить формы с генами Опейк 2 и Флаури 2, накапливающие в зерновках 17—22 % белка с 0,5—0,7 % лизина. На базе этих форм созданы гибриды с содержанием белка 12—14,5 % и лизина в зерне 0,42—0,51 %. Высокобелковые гибриды получены в последние годы в США, Франции, Венгрии, ФРГ, Югославии, Румынии и других странах. Установлено, что со-

держание белка в эндосперме гибридов в основном определяется генетическими свойствами женского родителя.

Вероятно, существенную помощь в решении проблем селекции на повышение уровня белковости зерна и улучшение аминокислотного состава белков кукурузы окажут результаты исследований в области изучения генетического контроля биосинтеза белков. Следует отметить, что в последние 5—6 лет выполнены чрезвычайно интересные работы в этой области. К самым большим достижениям следует отнести выделение генов, кодирующих синтез зеина, и расшифровку их нуклеотидной последовательности. В результате показано, что эти гены содержат несколько почти повторяющихся фрагментов, что свидетельствует о вероятном их происхождении путем дубликации предкового небольшого гена.

Разделение зеина при помощи электрофореза и изоэлектрофокусирования показало, как это уже отмечалось ранее, что зеин гетерогенен. Используя различные методы разделения, удалось установить, что количество различных полипептидов в суммарной зеиновой фракции белка достигает 40. При скрещивании инбредных линий в белке зерен F_1 представлены все компоненты обоих родителей. В F_2 наблюдается простое менделевское расщепление по компонентам, полученным в результате изоэлектрофокусирования. Генетический анализ, результаты клонирования ДНК и гибридизации *in situ* показали, что зеинкодирующие гены объединены в кластеры, которые локализованы в хромосомах 4, 7 и, вероятно, 10 (Виотти и др., 1982).

В настоящее время интенсивно продолжают исследования закономерностей генетического контроля биосинтеза белка у кукурузы. Работа ведется с помощью самых современных методов молекулярной и биохимической генетики. Из белковых тел выделяются молекулы матричной РНК, при помощи фермента обратной транскриптазы синтезируются соответствующие молекулы кДНК, проводится гибридизация кДНК с препаратами тотальной ДНК, а также гибридизация *in situ* с хромосомами, осуществляется синтез запасных белков *in vitro* в бесклеточной белоксинтезирующей системе.

В результате этих работ получена совершенно новая информация не только о процессе биосинтеза запасных белков, но и о действии генов, репрессирующих синтез

зеина (Опейк 2, Опейк 7, Флаури 2 и др.). Было показано, в частности, что гены Опейк 2 находятся в эпистатическом отношении к генам Флаури 2. Гены Опейк 2 и Опейк 7 рецессивны, но при комбинации этих двух мутантов в одном генотипе наблюдается резкое падение зеинового компонента белка. Характерно, что ген Опейк 2 ингибирует синтез более тяжелых, а ген Опейк 7 более легких субъединиц зеина. При этом подавление синтеза тяжелых субъединиц генами Опейк 2 происходит спустя 21 день после опыления, а до этого все процессы биосинтеза идут так же, как и у нормальной кукурузы. Показано, что два кластера зеиновых генов расположены в хромосоме 7 вблизи регуляторных мутантных генов Опейк 2 и недавно идентифицированного гена Д30, а гены зеина, локализованные в хромосомах 4 и 10, расположены рядом с регуляторными генами Флаури 2 и Опейк 7. Это, очевидно, не случайные ассоциации, а результат определенного эволюционного процесса.

Цвет зерна кукурузы относится к генотипически детерминированным признакам. Наибольшую ценность имеют генотипы с интенсивной желтой окраской эндосперма, в зерне которых содержится повышенное количество каротиноидов (провитамин А), имеющих важное значение для обеспечения хорошего роста молодняка животных и птиц. Генотипически обусловленное варьирование каротиноидов в зерне зубовидной кукурузы имеет амплитуду от следов до 2000 мг/кг.

Следует отметить, что бурное развитие молекулярной генетики и молекулярной биологии в последние годы открывает совершенно новые перспективы в селекции злаков на улучшение качества зерна. Мы уже практически стоим на пороге использования методов генной инженерии в селекции. Это позволит получать генотипы с желаемым составом белка. Уже сегодня в селекции можно использовать методы разделения белков с целью «конструирования» запасных белков и с лучшей аминокислотной гаммой. Как уже говорилось, найдены мутации, ингибирующие синтез отдельных групп зеиновых полипептидов. Вероятно, можно подобрать такие мутации, которые будут репрессировать синтез полипептидов с низким содержанием лизина и других дефицитных аминокислот, в то время как другие мутантные гены обеспечат интенсивный синтез более полноценных полипептидов.

С общебиологической точки зрения важно, чтобы механизм синтеза запасных белков работал в период формирования зерновок интенсивно. Запасные белки, безусловно, имеют важное адаптивное значение. Недаром они присутствуют у всех злаков, причем их доля в суммарном белке эндосперма достаточно велика. Не случайно также, что по своему строению они близки у разных зерновых культур. Если бы удалось не ингибировать синтез этих белков, а модифицировать их молекулы, это, безусловно, открыло бы гибридам и сортам зерновых культур с улучшенным аминокислотным составом белка широкую дорогу на поля колхозов и совхозов.

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ

Озимая мягкая и твердая пшеница

Альбидум 114. Зерно белого цвета с мягким крахмалистым эндоспермом. По крупности оно на уровне стандарта (Мироновская 808), по выполненности — превосходит его. Размалывается трудно, мукомольные качества средние. По содержанию белка и сырой клейковины на уровне стандарта или незначительно превосходит его. Сила муки достоверно ниже, чем у Мироновской 808. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.4.2.Б.

Безостая 1. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Содержание белка обычно несколько ниже, чем у старых степных сортов. Мукомольные качества отличные. По силе муки и хлебопекарным свойствам сильная пшеница-улучшитель. Формула 1.3.1.К.

Днепровская 521. Зерно с твердым эндоспермом, по крупности и выполненности на уровне стандарта. Мукомольные качества хорошие. По содержанию белка и клейковины на уровне Безостой 1. Достоверно уступает стандарту по силе муки. Хлебопекарные свойства удовлетворительные; реже хорошие. Формула 1.3.4.К.

Днепровская 775. Зерно с твердым эндоспермом, крупное. Мукомольные свойства хорошие. По содержанию белка и сырой клейковины на уровне сорта Одесская 51. По силе муки и хлебопекарным качествам несколько уступает сортам Безостая 1 и Одесская 51. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.3.3.К.

Днестровская 25. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. По содержанию белка и сырой клейковины на уровне Одесской 51. Сила муки и хлебопекарные свойства высокие. Сорт типа Одесская 51. Относится к сильным пшеницам-улучшителям. Формула 1.3.2.К.

Донецкая 74. Зерно крупное, мучнистое, с мягким эндоспермом. Мукомольные качества средние. По силе муки и хлебопекарным свойствам близка Одесской 51. Формула 1.4.1.К.

Донская остистая. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. Несколько (на 0,5—1,5 %) превосходит стандарт по содержанию белка в зерне. Сила муки и хлебопекарные качества высокие. Сорт типа Безостая 1. Формула 1.3.1.К.П.

Запорожская остистая. Зерно по крупности и патуре незначительно уступает стандарту, с крахмалистым эндоспермом. Мукомольные качества средние. По содержанию белка практически на уровне стандарта, по силе муки несколько уступает ему. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.4.2.К.

Ильичевка. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. Уступает Мироновской 808 по силе муки и хлебопекарным свойствам. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.3.3.К.

Кавказ. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. Превосходит Безостую 1 по содержанию белка и клейковины в зерне, но существенно уступает ей по силе муки и хлебопекарным свойствам, которые можно характеризовать как удовлетворительные. Формула 1.3.4.К.П.

Краснодарская 39. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. Незначительно уступает стандарту по содержанию белка и клейковины и достоверно — по силе муки и хлебопекарной оценке. Формула 1.3.3.К.

Краснодарская 46. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. По содержанию белка, силе муки и хлебопекарным свойствам близок к Безостой 1. Отнесен к сильным пшеницам-улучшителям. Формула 1.3.1.К.

Мироновская 808. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные и хлебопекарные качества хоро-

шие. Сила муки высокая. Отнесен к сильным пшеницам-улучшителям. Формула 1.3.2.К.

Мироновская юбилейная. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. По содержанию белка, силе муки и хлебопекарным свойствам близок к Одесской 51. Сильная пшеница-улучшитель. Формула 1.3.2.К.

Обрий. Зерно по крупности, стекловидности и натуре на уровне Одесской 51 или несколько уступает ей. Отличается повышенной твердостью зерна. По содержанию белка превосходит (на 0,5—1,0 %) стандарт. Сила муки высокая. Хлебопекарные качества отличные и хорошие. Сорт типа Безостая 1. Формула 1.3.1.К.П.

Одесская 51. Зерно вышесредней крупности, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. Содержание белка на уровне Безостой 1. Как правило, имеет хорошо сбалансированную альвеограмму. Хлебопекарные качества отличные, относится к группе сильных пшениц-улучшителей. Формула 1.3.2.К.

Одесская 66. По крупности зерна уступает Одесской 51 (36,6 и 39,2 г соответственно). Несколько ниже стандарта по содержанию белка и силе муки. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.3.3.К.

Одесская полукарликовая. По физическим свойствам зерна (стекловидности, выполненности, крупности) на уровне сорта Одесская 51, по содержанию белка уступает стандарту на 1,0—1,5 %. Здоровое зерно имеет клейковину, как правило, I группы. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.3.3.К.Н.

Одесская юбилейная (твердая озимая пшеница). Зерно со сверхтвердым эндоспермом. Макаронные качества хорошие. Формула 2.2.2.

Парус (твердая озимая пшеница). Зерно крупное, стекловидное, янтарное. Макаронные качества хорошие. Формула 2.2.2.

Полесская 70. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Размалывается хорошо. Хлебопекарные качества вполне удовлетворительные, несколько лучше сорта Кавказ. Формула 1.3.4.К.

Полукарликовая 49. Зерно по крупности и выполненности на уровне Одесской 51 или незначительно уступает ей. По содержанию белка ниже стандарта на 1,0—

1,5 %. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к группе ценных пшениц. Формула 1.3.3.К.Н.

Прибой. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. По содержанию белка и силе муки достоверно уступает сортам Безостая 1 и Одесская 51. Хлебопекарные качества хорошие. Отнесен к ценным пшеницам. Формула 1.3.3.К.Н.

Ростовчанка. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. По содержанию белка, силе муки и качеству хлеба близок сорту Одесская 51. Отнесен к сильным пшеницам-улучшителям. Формула 1.3.2.К.

Северодонская. Зерно крупное, с твердым эндоспермом. Мукомольные качества хорошие. По силе муки, содержанию белка и клейковины, хлебопекарным достоинствам близок сорту Одесская 51. Формула 1.3.2.К.

Степняк (Прибой улучшенный). Физические свойства зерна на уровне Безостой 1. По содержанию белка и силе муки достоверно уступает сортам Безостая 1 и Одесская 51. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к ценным пшеницам. Формула 1.3.3.К.Н.

Чайка. По физическим свойствам зерна на уровне Одесской 51. Нормально выполненное зерно имеет содержание белка на уровне стандарта. Сила муки и хлебопекарные свойства высокие. Относится к сильным пшеницам типа Одесская 51. Формула 1.3.2.К.

Эритроспермум 127. Сорт крупнозерный. Как правило, по массе 1000 зерен на 4—6 г превосходит Одесскую 51. По содержанию белка и силе муки на уровне стандарта. Хлебопекарные качества отличные и хорошие. Сильная пшеница типа Безостая 1. Формула 1.3.1.К.

Гибриды кукурузы

Буковинский 3ТВ. Сортолинейный гибрид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 290—350 г. Зерно желтое, кремнисто-зубовидное. По многолетним данным, сырого белка в нем в среднем 10,6 %, крахмала —71,9, сырого жира —4,6 %, триптофана —760 мг/кг зерна.

Буковинский 11Т. Сортолинейный гибрид. Раннеспелый. Масса 1000 зерен 230—280 г. Зерно кремнисто-зубовидное, желтое. Сырого белка в нем 10,1—12,3 %, крахмала —69,3—73,1, сырого жира —4,5 %, триптофана —740 мг/кг зерна.

Визит ТВ. Простой межлинейный гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен 245—300 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем 9,1—11,5 %, крахмала — 68,3—74,5 %, сырого жира — 4,7 %.

ВИР 42МВ. Двойной межлинейный гибрид. Средне-спелый. Масса 1000 зерен 250—320 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 11,1 %, крахмала — 71,3, сырого жира — 4,5 %. При выращивании в степных районах белка на 1,0—1,5 % больше, чем в зерне, полученном в лесостепи. При орошении содержание его снижается на 1,5—2,0 % по сравнению с зерном, выращенным в неорошаемых условиях. Триптофана 660—970 мг/кг зерна.

ВИР 156ТВ. Двойной межлинейный гибрид. Поздне-спелый. Масса 1000 зерен 290—360 г. Зерно желтое, зубовидное, крупное. Сырого белка в нем 8—12 %, крахмала — 70—74, сырого жира — 4,2—4,9 %. Спирторастворимые белки составляют 26—36 % общего сырого белка. Количество триптофана в среднем 850 мг/кг зерна.

Днепроvский 50. Простой межлинейный гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен 290—310 г. Зерно зубовидное, ярко-желтое, сравнительно крупное. Ямочки на верхушке зерна с гладкими краями. Сырого белка в нем 8,3—11,8 %, крахмала — 68—75, сырого жира — 4,5—4,8 %. Количество триптофана составляет 820 мг/кг зерна.

Днепроvский 247МВ. Сортолинейный гибрид. Средне-ранний. Масса 1000 зерен 270—330 г. Зерно кремнисто-зубовидное, желтое и белое (пестрое). Сырого белка в нем в среднем 9,8 %, крахмала — 73,5, сырого жира — 4,8 %.

Днепроvский 320АМВ. Сортолинейный гибрид. Средне-спелый. Масса 1000 зерен 280—320 г. Зерно кремнисто-зубовидное, желтое. Сырого белка в нем в среднем 9,8 %, крахмала — 71,4, сырого жира — 4,5 %.

Днепроvский 430Т. Простой межлинейный гибрид. Средне-спелый. Масса 1000 зерен 280—350 г. Зерно зубовидное, светло-желтое. Сырого белка в нем в среднем 9,3 %, крахмала — 72,4, сырого жира — 4,6 %.

Днепроvский 460МВ. Трехлинейный гибрид. Средне-спелый. Масса 1000 зерен 320—360 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 10,1 %, крахмала — 72,3, сырого жира — 4,8 %.

Днепроvский 921ТВ (рисовый). Сортолинейный гиб-

рид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 120—130 г. Зерно с клювовидной верхушкой, белое и желтое. Сырого белка в нем в среднем 12,7 %, крахмала—64,4, сырого жира—4,9 %.

Донбасский 424ТВ. Простой гибрид. Раннеспелый. Масса 1000 зерен 240—290 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 10,2 %, крахмала—72,3, сырого жира—4,8 %.

Жеребковский 86МВ. Пятилинейный гибрид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 230—260 г. Зерно желтое и белое, кремнисто-зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 10,8 %, крахмала—72,5, сырого жира—4,8 %.

Жеребковский 90МВ. Двойной межлинейный гибрид. Среднеспелый. Масса 1000 зерен 300—320 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем 9,8—11,5 %, крахмала—68,3—74,5, сырого жира—4,6 %.

Киевский 8ТВ. Сортолинейный гибрид. Раннеспелый. Масса 1000 зерен 230—280 г. Зерно кремнисто-зубовидное, светло-желтое. Сырого белка в нем в среднем 10,5 %, крахмала—73,1, сырого жира—4,4 %.

Коллективный 101. Трехлинейный гибрид. Раннеспелый. Масса 1000 зерен 280—300 г. Зерно кремнисто-зубовидное, желтое. Сырого белка в нем 9,3—11,8 %, крахмала—68,3—74,5, сырого жира—4,3 %.

Коллективный 210. Трехлинейный гибрид. Раннеспелый. Масса 1000 зерен 240—255 г. Зерно кремнисто-зубовидное, желтое. Сырого белка в нем 9,6—12,1 %, крахмала—68,1—73,6, сырого жира—4,7 %.

Коллективный 244. Сортолинейный гибрид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 270—300 г. Зерно кремнисто-зубовидное, желтое. Сырого белка в нем 8,4—11,5 %, крахмала—69,3—74,8, сырого жира—4,6 %.

Красноградский 62МВ. Сортолинейный гибрид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 298—364 г. Зерно кремнистое, белое. Сырого белка в нем в среднем 9,8 %, крахмала—72,1, сырого жира—4,6 %.

Краснодарский 303ТВ. Простой межлинейный гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен 260—320 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 11,8 %, крахмала—71,1, сырого жира—4,6 %, лизина—2,3—2,8 г/100 г сырого белка, триптофана—700—900 мг/кг зерна.

Краснодарский 303ВЛ. Простой межлинейный высоколизиновый гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен

200—220 г. Зерно светло-желтое, зубовидное, мучнистой консистенции. Сырого белка в нем 9,1—12,4 %, крахмала—69,5—73,4, сырого жира—4,8 %, лизина—3,5—4,2 г/100 г сырого белка.

Краснодарский 333Л. Простой межлинейный гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен 260—280 г. Зерно зубовидное, белое и желтое, мучнистой консистенции. Сырого белка в нем в среднем 10,1 %, крахмала—72,5, сырого жира—4,8, лизина—4,2—4,4 г/100 г сырого белка.

Краснодарский 362ТВ. Простой межлинейный гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен 280—330 г. Зерно зубовидное, желтое. Сырого белка в нем в среднем 9,3 %, крахмала—74,4, сырого жира—4,4 %.

Краснодарский 436МВ. Двойной межлинейный гибрид. Среднеспелый. Масса 1000 зерен в среднем 270 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 10,6 %, крахмала—71,1, сырого жира—4,7, зеина в сыром белке—25—36 %, триптофана—760 мг/кг зерна.

Краснодарский 440МВ. Двойной межлинейный гибрид. Среднеспелый. Масса 1000 зерен 300—380 г. Зерно желтое, зубовидное, крупное. Сырого белка в нем в среднем 11,2 %, крахмала—70,4, сырого жира—4,6 %.

Кубанский 432ТВ. Двойной межлинейный гибрид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 290—330 г. Зерно желтое, зубовидное. Сырого белка в нем в среднем 10,2 %, крахмала—72,8, сырого жира—4,6 %.

Молдавский 385АМВ. Простой межлинейный гибрид. Среднеспелый. Масса 1000 зерен 250—275 г. Зерно зубовидное, светло-желтое. Сырого белка в нем в среднем 10,3 %, крахмала—73,8, сырого жира—4,4 %.

Молдавский 420АМВ. Простой межлинейный гибрид. Среднепоздний. Масса 1000 зерен 275—320 г. Зерно зубовидное, светло-желтое. Сырого белка в нем в среднем 10,2 %, крахмала—69,0, сырого жира—4,3 %.

Молдавский 423Л. Трехлинейный гибрид с повышенным содержанием лизина. Среднеспелый. Масса 1000 зерен 316—330 г. Зерно зубовидное, темно-желтое. Сырого белка в нем в среднем 9,6 %, крахмала—73,2, сырого жира—4,5, лизина—4,2 г/100 г сырого белка.

Одесский 50МВ. Двойной межлинейный гибрид. Среднеспелый. Масса 1000 зерен в среднем 250 г. Зерно зубовидное, желтое. Сырого белка в нем в среднем 11,4 %, крахмала—70,9, сырого жира—4,6 %.

Одесский 137М. Простой межлинейный гибрид. Сред-

неранний. Масса 1000 зерен 330—360 г. Зерно зубовидное, желтое. Сырого белка в нем в среднем 9,8 %, крахмала —72,4, сырого жира —4,4 %.

Орбита М. Простой межлинейный гибрид. Среднеспелый. Масса 1000 зерен в среднем 280 г. Зерно зубовидное, желтое. Сырого белка в нем в среднем 11,4 %, крахмала —69, сырого жира —4,7 %.

Юбилейный 60. Трехлинейный гибрид. Среднеранний. Масса 1000 зерен 240—295 г. Зерно зубовидное, желтое и белое. Сырого белка в нем в среднем 9,8 %, крахмала —73,8, сырого жира —4,7 %.

ГЛАВА 3

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

ПОЧВА И КЛИМАТ

Качество зерна в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий. Еще в прошлом столетии Н. Лясковский установил, что белковость зерна в нашей стране возрастает по мере продвижения с северо-запада на юго-восток. По данным Центральной лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (Самсонов, 1967), содержание сырого белка в зерне районированных сортов озимой пшеницы при выращивании на госсортоучастках в Полесье составило 12 %, в лесостепи — 13, в степи Украины — 15, на Северном Кавказе — 16 %. Согласно данным, полученным в Институте экспериментальной метеорологии (Бринкен, Страшный, 1974), зона производства сильных пшениц расположена южнее линии Кишинев — Днепропетровск — Саратов — Ульяновск. Слабые пшеницы характерны для северо-западных районов европейской территории страны, лежащих севернее линии Черновцы — Киев — Гомель — Тула — Горький — Ижевск. Промежуточная зона соответствует климатическим условиям, благоприятным для выращивания пшеницы средней силы.

Качество зерна в значительной степени зависит от уровня плодородия почвы. По данным ВСГИ, при выращивании озимой пшеницы в лизиметрах с различной почвой, но привезенной в одно место (Одесса), в одинаковых погодных условиях на мощном черноземе количество белка в зерне сорта Мироновская 808 составило 14,15 %, а на серой оподзоленной почве — только 11,78 %.

Аналогичные результаты получают и при выращи-

вании в полевых условиях. По данным ВНИИ кукурузы, зерно озимой пшеницы, выращенное на почвах с высоким содержанием гумуса (Красноградская и Розовская опытные станции ВНИИ кукурузы), имело лучшие показатели качества, чем на менее плодородных почвах (табл. 27).

27. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от плодородия почвы

Опытная станция ВНИИ кукурузы	Содержание гу- муса в пахотном слое, %	Содержание, %		Сила муки, е. в.	Объем хлеба, см ³
		белка в зерне	клейкови- ны в муке		
Красноградская	5,5—5,7	14,68	34,6	271	578
Розовская	5,4—5,6	14,88	34,9	289	631
Эрастовская	4,0—4,5	12,81	30,3	200	512
Измаильская	2,7—3,0	11,83	27,9	230	494
Генническая	2,4—2,6	12,01	29,5	121	494

Сопоставляя белковую карту пшеницы с почвенной картой, П. Е. Суднов (1965) установил, что наивысшее качество зерна отмечается на типичных черноземах, несколько более низкое — на каштановых, в дальнейшем оно снижается от бурых почв к сероземам, и самое низкое качество зерна бывает на подзолах.

На качество зерна сильное воздействие оказывает почвенная среда. При выращивании растений на кислой почве уменьшается количество белка и увеличивается содержание небелкового азота в зерне. Это объясняется отрицательным влиянием повышенной кислотности на использование углеводов для построения белков. В кислой среде замедляется переход моносахаридов в дисахариды и другие более сложные органические соединения. Кислая реакция среды усиливает гидролитические процессы и понижает синтетические, а это ведет к замедлению процесса образования сахарозы и белковых веществ. Кислая среда ухудшает питание растений азотом и тормозит образование в них белковых веществ (Авдонин, 1972).

Качество зерна зависит от отдельных элементов погоды или их совокупности в определенные периоды развития растений. Трудность раздельного учета влияния различных элементов (осадки, температура, относитель-

ная влажность воздуха, продолжительность солнечного сияния и др.) не дает возможности проводить сравнения или объединять экспериментальные данные, полученные в различных районах, а также вычленять влияние этих факторов на качество зерна. Однако наблюдения и исследования, проведенные в годы с экстремальными условиями погоды, позволяют сгруппировать и вычленить отдельные элементы погоды, которые оказывают наиболее существенное влияние на качество зерна.

Установлено, что благоприятными условиями для перемещения пластических веществ в зерно можно считать умеренно влажную (40—60 мм осадков в месяц) и достаточно теплую (16—22 °С) погоду. Однако наибольший прирост зерна наблюдается при дневной температуре 22—24 °С и продолжительности солнечного сияния 10—12 ч в сутки (Константинов, 1978). Такие же условия оптимальны для накопления белка и клейковины в зерне.

Из метеорологических факторов наибольшее влияние на формирование качества зерна оказывают температура и относительная влажность воздуха в период начала молочного состояния зерна — конец восковой спелости. При среднесуточной температуре выше 20 °С и относительной влажности воздуха менее 55 % в этот период формируется щуплое низконатурное зерно, а также деградируется клейковина, что отрицательно влияет на ее качество, силу муки и хлебопекарные свойства.

Влияние температурного режима на качество зерна проявляется через воздействие его на физиологические процессы растений (фотосинтез, транспирация, дыхание), биологические и химические процессы почвы. Увеличение содержания белка в зерне при повышенной температуре объясняется действием тепла питательного раствора на скорость поглощения растением азота и фосфора. При температуре 25 °С уменьшается количество водорастворимой фосфорной кислоты (биологическое закрепление в почве), что вызывает пониженное поступление фосфора в растение и относительно высокое накопление азота в зерне. При этом ускоряется рост растения, усиливается энергия дыхания, в результате чего отношение азота к углеводам увеличивается, повышаются процессы нитрификации в почве, что способствует обогащению ее азотом (Прянишников, 1965). Высокая температура воздуха и недостаток влаги в почве в пери-

од налива зерна, с одной стороны, тормозят нормальную деятельность ассимиляционного аппарата растения, а с другой — усиливают процесс дыхания, а в связи с этим и расход углеводов. Эти два процесса обуславливают повышение содержания белка в зерне пшеницы при небольшой засухе (Коданев, 1976).

Качество зерна зависит также от интенсивности, продолжительности и состава солнечного освещения. Интенсивность освещения при высокой температуре воздуха и малых запасах влаги в почве, усиливая процессы дыхания, уменьшает накопление углеводов в зерне.

В опытах ВСГИ была найдена положительная связь между суммой часов солнечного сияния и содержанием сырого белка в зерне озимой пшеницы ($r=0,579\pm 0,18$). Это объясняется тем, что усиленному накоплению азота в растениях способствует освещение их более коротковолновыми (380—470 мкм) солнечными лучами. Но ультрафиолетовые лучи сильно поглощаются парами воды, поэтому в пасмурные дни интенсивность радиации резко падает, а это угнетает синтез азотистых веществ. Под наиболее активное коротковолновое освещение попадают растения в степных засушливых районах, и это — один из факторов более высокого содержания белка в зерне. Очевидно, для синтеза высококачественных белков необходим высокий энергетический уровень среды — интенсивная, богатая ультрафиолетовыми лучами солнечная инсоляция и относительно высокая температура при ограниченной влагообеспеченности.

Влажность почвы оказывает существенное влияние на накопление белковых веществ в зерне. Установлено, что в засушливые годы зерно формируется с повышенным содержанием белка. Обусловлено это тем, что при недостатке влаги формируется меньший урожай, в результате чего легкоподвижный азот почвы расходуется относительно меньше на ростовые процессы, а больше на зернообразование. Чрезмерное увлажнение в период после колошения, до начала восковой спелости зерна, уменьшает содержание белка и клейковины. При оптимальном увлажнении белковость зерна не снижается и не ухудшаются его технологические качества.

В степных районах наиболее благоприятные условия для получения высококачественного зерна озимых пшениц создаются в такие годы, когда вегетация возобновляется при наличии достаточных запасов влаги в почве

(140—150 мм в метровом слое), в период от выхода в трубку до колошения стоит теплая погода и выпадают дожди, а формирование зерна проходит при достаточно, но не чрезмерно высокой температуре и умеренном дефиците влаги. В такие годы весной в почве накапливается большое количество нитратов, растения хорошо развиваются и активно поглощают из почвы азот. Когда наступает колошение, их ткани насыщены азотсодержащими веществами. Листья имеют темно-зеленую окраску. Создается база, на которой потом формируется зерно высокого качества.

В годы с холодной затяжной весной процессы нитрификации в почве угнетены, растения испытывают азотное голодание и развиваются медленно. В их тканях накапливается мало азотистых соединений, которых затем, даже при благоприятных условиях в период образования зерна, бывает недостаточно для накопления в нем большого количества белка и клейковины. Это объясняется тем, что синтез белков зерна идет в основном (на 70—80 %) за счет азота, накопленного до колошения.

Хотя условия погоды и оказывают влияние на качество зерна, однако только одно их благоприятное воздействие не может гарантировать высокое качество урожая. Например, при выращивании озимой пшеницы по черному пару без внесения удобрений в опытах лаборатории качества зерна ВНИИ кукурузы ни в один год не удалось получить сильную пшеницу. В этих же условиях при создании достаточного азотного питания зерно соответствовало требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам по комплексу показателей, 8 лет из 12, а по показателям, оценивающимся в процессе заготовки,— во все годы. Чтобы ежегодно, независимо от условий погоды, в зоне производства сильных пшениц получать высококачественное зерно, необходимо при помощи соответствующих агротехнических приемов создавать благоприятные условия для формирования хорошего урожая высококачественного зерна.

ПРЕДШЕСТВЕННИКИ

Каждая полевая культура в зависимости от особенностей вегетации и применяемой агротехники потребляет разное количество влаги и питательных веществ и оказывает неодинаковое влияние на физические свойства

ва почвы. В результате этого создаются различные условия для возделывания последующей культуры. Не представляется возможным однозначно определять ценность культуры как предшественника озимой пшеницы. Благообеспеченность, пищевой режим и физические свойства почвы обуславливаются не только культурой, которая выращивается на данном поле в течение сезона, но и многими другими факторами. Однако многолетний опыт позволяет дифференцировать предшественники по относительной их ценности для возделывания озимой пшеницы и формирования качества зерна.

Решающее значение для создания урожая озимой пшеницы имеют своевременные всходы и дружное развитие растений с осени. Лимитирующий фактор для получения всходов — влажность пахотного слоя почвы, которая в значительной степени колеблется в зависимости от различных предшественников, особенно в районах неустойчивого и недостаточного увлажнения (Воробьев, 1968; Глянцев, 1970; Годулян, 1972; Листопадов, 1980).

В степи Украины лучшая влагообеспеченность озимой пшеницы создается после черного и занятых паров, худшая — после непаровых предшественников. Среди последних лучшими считаются зерновые бобовые и кукуруза на силос. В результате многолетних опытов, проведенных во ВНИИ кукурузы, было установлено, что уровень водопотребления озимой пшеницы после разных предшественников был неодинаков. Более экономно использовалась влага на образовании урожая озимой пшеницы по черному (коэффициент водопотребления 362) и занятому (397—411) парам. Особенно высоким был коэффициент водопотребления после ячменя — 514 (Годулян, Жемела, 1972).

В северной степи Украины И. С. Годулян (1974) все культуры полевого севооборота, предшествующие посеву озимой пшеницы, по степени иссушения ими почвы ко времени уборки урожая делит на три группы: оставляющие хорошие запасы влаги в почве (кукуруза, овсяно-гороховая смесь и озимая рожь, убираемые на зеленый корм); оставляющие относительно хорошие запасы влаги, но только в глубоких слоях почвы (кукуруза на силос, зерновые бобовые культуры); сильно иссушающие почву (зерновые, многолетние травы).

В южной степи Украины, где испарение превышает количество осадков, продолжительность периода после

уборки предшественника не имеет решающего значения в накоплении и сохранении почвенной влаги. Важное значение для роста и развития озимой пшеницы здесь имеет уровень остаточных запасов влаги после уборки предшественника (Круть, 1974).

Полевые культуры по-разному воздействуют на структуру почвы. Положительное влияние на ее формирование оказывает корневая система многолетних бобово-злаковых трав. Заметно это начинает проявляться при урожае сена 40—50 ц/га и больше. Улучшение структуры почвы в результате воздействия таких трав отмечается обычно в течение 1—2 лет (Годулян, 1972).

О различном влиянии возделываемых культур на структуру почвы свидетельствует опыт Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева (ТСХА). Здесь через 43 года непрерывного парования без удобрений почва содержала в пахотном слое менее 2 % не размывающихся в воде комков диаметром крупнее 0,25 мм. Под бессменной культурой картофеля количество таких комков повышалось до 18,5 %, под овсом и рожью — до 27,5, а под клевером — до 39,2 % (Воробьев, 1968).

В условиях степи Украины при агротехнически обоснованном чередовании пропашных культур и пара в севообороте не наблюдается заметного разрушения структуры в пахотном и подпахотном слоях почвы.

В пахотном слое количество водопрочных агрегатов чрезвычайно динамично. Под влиянием культур и обработки почвы накапливается органическое вещество как фонд для образования клеящего материала. Источник этого вещества в почвах — прежде всего культурные растения. Влияние их на образование водопрочных агрегатов почвы зависит от мощности и характера корневых систем, количества и качества органических остатков, воздействия на почвенную микрофлору, срока произрастания на поле, высоты урожая, применяемой агротехники и условий минерализации органических остатков как в течение вегетации культур, так и в послеуборочный период. Поэтому совершенно ясно, что предшественник имеет важное значение для озимой пшеницы.

Накопление элементов минерального питания в почве происходит в основном в период, когда поле не занято растениями. Наиболее благоприятные условия для этого складываются в поле черного пара. В занятых парах,

где достаточный послеуборочный период, в течение которого выпадают дожди, также успешно проходят микробиологические и физико-химические процессы, связанные с образованием доступных растениям форм питательных веществ. Непаровые предшественники озимой пшеницы в этом отношении уступают парам. Они поздно освобождают поле (июль, август), когда стоит сухая погода, а из-за сухости почвы замедляются микробиологические и физико-химические процессы (Годулян, 1974).

В стационарных опытах по изучению севооборотов на Эрастовской опытной станции (северная степь Украины) в засушливые осени количество нитратов в слое 0—40 см при посеве озимой пшеницы по черному пару составило 111,2 кг/га, по пласту многолетних трав—63,6, после гороха—31,4, кукурузы на силос—20,4 кг/га; во влажные осени—соответственно 96,8; 116,8, 49,6 и 24,1 (Годулян, Жемела, 1972). В юго-западной лесостепи Украины (Уманский сельскохозяйственный институт, СХИ) содержание нитратного азота в слое почвы 0—40 см во время сева озимой пшеницы в среднем за 4 года составляло по черному пару 23,73 мг/кг абсолютно сухой почвы, после клевера на один укос—16,63, после гороха на зерно—8,54 и после кукурузы на силос—3,64 мг/кг (Терещенко, Жемела, 1971).

Различия в запасах элементов питания обусловлены неодинаковым выносом питательных веществ предшествующими культурами. Многолетние бобовые травы обогащают почву азотом в результате биологической фиксации, но выносят большое количество подвижных форм фосфора и калия. Пропашные культуры и зерновые колосовые в большинстве случаев берут значительное количество всех подвижных питательных веществ из почвы. В зависимости от предшественника озимая пшеница выносит неодинаковое количество питательных веществ. Например, расход нитратного азота озимой пшеницей после разных предшественников на Эрастовской опытной станции в среднем за 4 года был следующим: по черному пару 102 кг/га, после многолетних трав—65, кукурузы на зеленый корм—58, озимой пшеницы по пару—54, кукурузы на силос—53, гороха на зерно—49 кг/га. Расход подвижных фосфатов соответственно составил 33,6; 31,2; 28,2; 21,9; 19,5 и 21,4 кг/га (Годулян, 1972).

Предшественники озимой пшеницы, изменяя в значительной степени физико-химические свойства почвы и

ее влажность, что, в свою очередь, определяет активность микробиологических процессов, мобилизующих запасы питательных веществ в почве, оказывают существенное влияние на урожайность и качество зерна этой культуры. Устойчивые урожаи озимой пшеницы в Нечерноземной зоне получают по люпиновому, клеверному, вико-овсяному, гороховому занятым парам, а также после раннего картофеля, озимой ржи на зеленый корм и других предшественников (Воробьев, 1968; Вавилов, Доценко, Маркин, 1976). Эти же предшественники считаются лучшими для озимой пшеницы в Полесье Украины на дерново-подзолистых и оподзоленных почвах. В лесостепной части, а также в северных и северо-западных районах Украины хорошими предшественниками зарекомендовали себя эспарцетовый пар, вико-овсяная смесь, кукуруза на зеленый корм или силос, зерновые бобовые культуры (Пастушенко, 1966; Данько, 1971; Сайко и др., 1977).

Важную роль в создании оптимального водного и пищевого режимов растений озимой пшеницы играет правильный выбор предшественников в засушливой зоне нашей страны, прежде всего в степных районах Украины, Северного Кавказа, в Молдавии и в Поволжье. Наиболее благоприятные условия создаются в паровом поле. Вследствие хорошего водного и пищевого режимов озимая пшеница, высеянная по черному пару, как правило, имеет более высокую и устойчивую урожайность, лучшее качество зерна, чем после других предшественников.

Один из основных районов выращивания продовольственного зерна озимой пшеницы в нашей стране — степная зона Украины. Климатические и почвенные условия позволяют получать высококачественное зерно, однако здесь очень неравномерно выпадают осадки по годам и месяцам. Как уже отмечалось, существенное влияние на влагообеспеченность оказывает предшественник. В число занятых паров и непаровых предшественников включается большой набор культур: многолетние травы, горох, озимые, бобово-злаковые смеси, кукуруза, ячмень, сорго, просо, подсолнечник, бахчевые и другие культуры. Под урожай 1971 г. посевы озимой пшеницы по черному пару в этой зоне занимали 25,1 % общей площади посева этой культуры, по занятым парам — 19,4, после кукурузы — 26,5, стерневых — 25,6 и других предшественников — 3,4 %; в 1977 г. — соответственно

11,9; 21,9; 23,7; 34,7; 7,8; в 1978 г. — 14,7; 20,2; 17,7; 39,5; 7,9.

Таким образом, площади паровой озими в степной зоне Украины в последние годы резко сократились. В то же время черный пар — лучший предшественник озимой пшеницы, после которого создаются наиболее оптимальные условия водного и пищевого режимов, он служит наиболее эффективным средством преодоления засухи и повышения устойчивости урожаев озимой пшеницы в неблагоприятные по увлажнению годы. Озимая пшеница, выращенная по черному пару, имеет лучшее качество зерна.

В условиях левобережной и правобережной лесостепи Украины у озимой пшеницы, посеянной по черному пару, также формировалось более высококачественное зерно, чем после многолетних бобовых трав (Мельников, Вертий, 1966; Блохин, 1972). Наши данные, полученные по материалам Уманского СХИ, свидетельствуют о том, что в правобережной лесостепи Украины по всем основным показателям качества, за исключением массы 1000 зерен и натуры, преимущество остается за черным паром (табл. 28).

28. Влияние черного пара и клевера на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (в среднем за 1965—1977 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Качество клейко- вины, группа	Объем хлеба, см ³
					белка в зерне	клейко- вины в муке		
Черный пар	44,9	42,2	803	74	13,30	32,6	I—II	556
Клевер	43,2	42,1	803	65	11,98	28,2	I—II	533

Эти различия в основном обусловлены тем, что по черному пару озимая пшеница, как правило, лучше обеспечена нитратами, чем после многолетних трав. Так, если в этих опытах (Терещенко, Жемела, 1971) принять количество нитратов в почве перед посевом озимой пшеницы по черному пару за 100 %, то после многолетних трав в слое 0—20 см их будет всего 51,4 %, а в слое 0—100 см — 65,5 %. Так как урожай зерна по обоим пред-

шественикам был практически одинаковым, обеспеченность формирования лучшего качества зерна у растений, выращенных по черному пару, выше.

В центральных районах степи Украины урожайность зерна озимой пшеницы, высеваемой после многолетних трав, значительно ниже, чем по черному пару. Это обусловлено в основном неблагоприятной влагообеспеченностью растений озимой пшеницы, выращиваемой после многолетних трав (люцерна в смеси с житняком двухгодичного пользования). В качестве зерна различия были небольшими (табл. 29).

29. Влияние черного пара и многолетних трав на качество зерна озимой пшеницы (Эрастовская опытная станция, в среднем за 1965—1973 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Содержание, %		Качество клейковины, группа	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке			
<i>Сорт Безостая 1</i>								
Черный пар	35,8	40,1	811	12,52	30,5	II—III	214	511
Многолетние травы	24,1	38,1	806	13,05	31,9	II—III	207	493
<i>Сорт Мироновская 808</i>								
Черный пар	36,6	39,8	784	12,53	31,1	II—III	195	894
Многолетние травы	26,1	37,3	773	13,28	32,2	II—III	175	489

В северных районах степи, где условия увлажнения почвы лучше, при выращивании озимой пшеницы по черному пару и после многолетних трав (люцерна двухгодичного пользования) качество зерна и урожай были практически одинаковыми (табл. 30).

В юго-восточных районах южной степи Украины черный пар и многолетние травы (эспарцет в смеси с костром безостым двухгодичного пользования) равноценны по влиянию на качество зерна озимой пшеницы, высеваемой после них, хотя урожай паровой озими был достоверно выше (табл. 31).

30. Качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808, выращенной по черному пару и после многолетних трав (Красноградская опытная станция, в среднем за 1971—1978 гг., без 1975 г.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г	Содержание, %		Качество клей- ковины, группа	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке			
Черный пар	46,4	38,6	780	13,43	31,6	I—III	213	584
Многолетние травы	44,5	37,7	769	13,48	30,9	I—III	255	575

В засушливые годы урожай зерна озимой пшеницы после многолетних трав бывает ниже в 2 раза и более, чем по черному пару. В этих случаях по содержанию

31. Влияние черного пара и многолетних трав на качество зерна озимой пшеницы (Розовская опытная станция, в среднем за 1970—1978 гг., без 1975 г.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г	Содержание, %		Качество клей- ковины, группа	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке			
Черный пар	49,1	42,0	832	13,90	32,8	I—II	252	601
Многолетние травы	41,2	40,4	828	13,47	31,8	I—II	248	598

белка имеют некоторое преимущество многолетние травы, но по валовому сбору его с единицы площади бесспорное преимущество остается за черным паром (табл. 32).

И. С. Годулян, Л. И. Сонько (1970) установили, что если перед севом озимой пшеницы после этих предшественников в засушливые годы принять содержание нитратов в поле черного пара за 100 %, то в слое почвы 0—40 см после многолетних трав их будет только 57,7 %. Во влажные годы по пласту трав нитратов больше —

32. Влияние черного пара и многолетних трав на урожайность и белковость зерна озимой пшеницы в зависимости от условий погоды (Эрастовская опытная станция)

Предшественник	В среднем за 3 сухих года (1965, 1968, 1972)			В среднем за 3 влажных года (1967, 1971, 1973)		
	урожайность, ц/га	белок		урожайность, ц/га	белок	
		содержание, %	сбор, кг/га		содержание, %	сбор, кг/га
<i>Сорт Безостая 1</i>						
Черный пар	32,7	12,84	420	41,5	11,57	480
Многолетние травы	13,0	13,63	177	36,2	12,09	438
<i>Сорт Мироновская 808</i>						
Черный пар	30,0	13,30	399	42,7	11,43	488
Многолетние травы	13,1	14,33	188	37,9	12,08	458

120,6 %. В абсолютных цифрах содержание нитратного азота в слое почвы 0—40 см перед посевом озимой пшеницы по черному пару в сухие годы составило 111,2 кг/га, после многолетних трав — 63,6; во влажные годы — соответственно 96,8 и 116,8 (Годулян, 1974).

Многолетние бобовые травы в условиях засушливой степени не служат хорошим предшественником озимой пшеницы, так как они сильно иссушают почву на большую глубину; связанный в органическое вещество азот практически не усваивается растениями. Микробиологические процессы нитрификации в сухой почве идут очень медленно. Однако присутствие многолетних трав в севообороте оказывает большое положительное влияние на качество зерна. Оно отчетливо проявляется при посеве озимой пшеницы по обороту пласта. В десятипольном севообороте с многолетними травами (люцерна двухгодичного пользования) содержание белка в зерне озимой пшеницы было в среднем на 2,0—2,7 % больше, чем в севообороте без многолетних бобовых трав. Более того, например, на полях ВСГИ в севообороте без трав наблюдалось постепенное снижение белковости зерна. И, наоборот, в севообороте с травами она удерживалась на высоком уровне даже при существенном росте урожайности.

При современном уровне агротехники, применении гербицидов, внесении необходимых макро- и микроудобрений, многолетние бобовые травы в степных и лесостепных районах Украины, Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе могут синтезировать на каждом гектаре более 1 т полноценного белка и вместе с тем обогащать почву биологическим азотом. Это позволяет при минимальных дополнительных затратах ископаемой энергии обеспечить сохранение плодородия почвы при интенсивном ее использовании. Следует отметить, что улучшение качества зерна в севообороте при высоких урожаях может служить одним из надежных критериев роста уровня почвенного плодородия.

В числе лучших предшественников, после которых формируется зерно озимой пшеницы, по качеству близкое к зерну по черному пару, безусловно, следует называть занятые пары. Их ценность как предшественника зависит от культуры, которой занимается пар, сорта озимой пшеницы и погодных условий выращивания.

Все занятые пары по их влиянию на белковость зерна озимой пшеницы можно разделить на две основные группы. К первой группе парозанимающих культур, после которых формируется зерно, близкое по качеству к паровой озими, относятся бобовые травы (эспарцет и лю-

33. Влияние занятых паров на качество зерна озимой пшеницы
Мироновская 808 (Красноградская опытная станция,
в среднем за 1965—1978 гг., без 1970, 1975 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %/о	Содержание, %/о		Качество клейко- вины, группа	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке			
Черный пар	44,3	39,6	90	13,16	31,2	I—III	222	526
Люцерна на один укос	40,4	37,5	86	13,03	30,6	I—III	207	515
Эспарцет на один укос	39,6	38,4	88	12,96	29,8	I—III	211	523
Горох на зеленый корм	46,4	38,4	90	12,96	29,5	I—III	221	513
Кукуруза на зеле- ный корм	43,8	40,7	85	11,55	27,0	I—III	196	507
Вико-овсяная смесь на сено	41,5	38,8	83	12,11	27,8	I—III	197	508

церна) на один укос, горох на зеленый корм; ко второй группе — все остальные культуры занятого пара, после которых качество зерна пшеницы бывает ниже, чем после черного пара (табл. 33).

Некоторые парозанимающие культуры оказывают существенное отрицательное влияние на продуктивность озимой пшеницы и качество ее зерна, особенно в засушливые годы. Характерны данные, полученные в условиях северной степи Украины (табл. 34).

34. Влияние занятых паров на качество зерна озимой пшеницы Мировновская 808 в зависимости от погодных условий (Красноградская опытная станция)

Предшественник	В среднем за 3 влажных года (1971, 1973, 1974)			В среднем за 3 сухих года (1965, 1969, 1972)		
	урожайность, ц/га	содержание клейковины в муке, %	сила муки, е. а.	урожайность, ц/га	содержание клейковины в муке, %	сила муки, е. а.
Черный пар	46,3	33,2	183	38,4	30,1	258
Горох на зеленый корм	46,7	31,2	176	37,5	28,6	263
Озимая пшеница на зеленый корм	46,4	28,8	153	29,7	22,4	149
Кукуруза на зеленый корм	46,1	29,2	170	36,3	25,6	207
Вико-овсяная смесь на сено	46,5	29,6	160	31,4	27,1	204

В годы с благоприятными по влагообеспеченности условиями озимая пшеница после всех парозанимающих культур имела практически одинаковый урожай зерна, но содержание клейковины было на 2,0—4,4 % ниже, чем по черному пару. В засушливые годы занятые пары, кроме гороха на зеленый корм, оказали существенное отрицательное влияние как на урожай, так и на качество зерна. После вико-овсяной смеси на сено содержание клейковины в муке по сравнению с мукой из зерна, выращенного по черному пару, снизилось на 3 %, сила муки — на 54 е. а.; после кукурузы на зеленый корм — соответственно на 4,5 и 51, а после озимой пшеницы на зеленый корм снижение этих показателей было еще боль-

шим — 7,7 и 109. Это свидетельствует о том, что правильным подбором культур занятого пара можно регулировать уровень урожайности и качество зерна озимой пшеницы.

Различное влияние занятых паров на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от условий погоды и сорта проявлялось и в других зонах Украины (Данилевский, Геркиял, Жемела, 1971). Так, в 1966 г., когда в юго-западной лесостепи во время выращивания культур занятого пара весной и летом сложились благоприятные погодные условия и запасы влаги после занятых паров были достаточными для получения дружных всходов, в 1967 г. по этим предшественникам был получен урожай озимой пшеницы выше, чем по черному пару. При урожайности сорта Мироновская 808 по черному пару 39,1 ц/га, после кукурузы на зеленый корм было получено 40,6 ц/га зерна, после гороха сорта Харьковский 131 на зеленый корм — 44,3, сорта Укосный 1 — 44,5, а после вико-овсяной смеси на сено — 41,0 ц/га. Однако качество зерна, в частности содержание белка и клейковины, у сорта Мироновская 808 после занятых паров было несколько ниже, чем по черному пару (соответственно на 0,5—0,8 и 3,3—4,5 %).

Для урожая 1968 г. сложились менее благоприятные погодные условия, что способствовало большей дифференциации по воздействию различных парозанимающих культур на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы. Например, урожайность сорта Мироновская 808 по черному пару составила 48,4 ц/га, такой же она была и после кукурузы на зеленый корм — 48,1 ц/га, а после гороха сорта Укосный 1 и Харьковский 131 меньше на 8,2, после вико-овсяной смеси на сено — на 9,2 ц/га по сравнению с урожайностью по черному пару. Зерна сорта Безостая 1 по черному пару собрали 49,4 ц/га, а после гороха сорта Черниговский 190 — на 2,2 ц/га меньше, после кукурузы на зеленый корм — на 5,1, гороха Укосный 1 — на 10,0 и горохо-овсяной смеси на сено — на 13,0 ц/га.

Снижение показателей качества зерна озимой пшеницы после занятых паров в этом году было также более заметным. Так, содержание белка в зерне сорта Мироновская 808 по черному пару составило 13,79 %, клейковины в муке — 35,0 %, а после кукурузы на зеленый корм меньше соответственно на 2,14 и 4,3 %, после вико-

овсяной смеси — на 2,33 и 6,1, после гороха Укосный 1 — на 1,26 и 3,7 %.

Качество зерна сорта Безостая 1 после занятых паров также снизилось. Так, после горохо-овсяной смеси содержание белка в зерне было меньше на 2,39 % и клейковины в муке — на 4,3, стекловидность — на 10 %, сила муки — на 50 е. а., объем хлеба — на 30 см³; после кукурузы на зеленый корм — соответственно на 2,20, 3,6, 14 %, 31 е. а., 40 см³ и после гороха на зеленый корм — на 2,58, 2,6, 15 %, 68 е. а. и 20 см³ по сравнению с этими показателями качества по черному пару.

В годы с чрезмерным увлажнением почвы как в период выращивания предшественников, так и озимой пшеницы, с низкой среднемесячной температурой воздуха (14,5—16,7°С) и высокой относительной его влажностью (69—75 %) во время формирования и налива зерна озимой пшеницы сортовые различия в реакции на парозанимающую культуру проявляются особенно резко. Например, в 1969 г. урожайность сорта Мироновская 808 по черному пару была на 14,8 ц/га, а после занятых паров на 8,0—11,3 ц/га ниже, чем сорта Безостая 1. Сорт Мироновская 808 после занятых паров и черного пара имел практически одинаковую урожайность (41,4 и 40,6 ц/га соответственно). В то же время урожайность сорта Безостая 1 после занятых паров была ниже. Так, после кукурузы на зеленый корм она снизилась на 2,1, после гороха сорта Рамонский 77 — на 2,3, сорта Харьковский 131 — на 5,0, горохо-овсяной смеси — на 6,6 ц/га, и только после гороха сорта Черниговский 190 она была почти такой же (54,7 ц/га), как и по черному пару (55,4 ц/га).

Качество зерна обоих сортов после занятых паров было ниже, чем по черному пару. Однако большие различия наблюдались у сорта Безостая 1. Так, содержание белка в зерне сорта Мироновская 808 после кукурузы на зеленый корм снизилось на 0,75 %, а сорта Безостая 1 — на 1,14 %, содержание клейковины в муке — соответственно на 0,5 и 3,7 %. Аналогичное изменение урожайности и качества зерна наблюдалось и после других предшественников.

Приведенные результаты многолетних опытов свидетельствуют об общности в закономерности влияния занятых паров на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от погодных условий как в лесо-

степи, так и в степи. Она выражается в том, что в благоприятные годы дифференциация парозанимающих культур по воздействию на озимую пшеницу незначительная, а в неблагоприятные годы они четко различаются. Однако во все годы, как правило, белковость зерна после занятых паров ниже, чем по черному пару.

Среди непаровых предшественников озимой пшеницы большой удельный вес занимают такие культуры, как горох, кукуруза на силос, озимая пшеница, ячмень и др. Как правило, озимая пшеница после этих предшественников дает не только более низкие урожаи, но и худшее качество зерна, чем по черному пару (табл. 35). При

35. Влияние непаровых предшественников на качество зерна озимой пшеницы (Эрастовская опытная станция, в среднем за 1965—1973 гг., без 1970 г.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Натура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Качество клейковины, группа	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке			
<i>Сорт Безостая 1</i>								
Черный пар	36,5	810	80	12,37	29,7	II—III	193	501
Кукуруза на зеленый корм	27,3	800	71	11,29	27,2	II—III	192	449
Горох	22,3	811	75	11,73	28,4	II—III	192	462
Кукуруза на силос	17,7	808	68	11,62	28,5	II—III	174	478
Озимая пшеница	18,0	806	76	11,79	28,2	II—III	169	478
Ячмень	15,5	804	72	12,08	29,5	II—III	175	473
<i>Сорт Мироновская 808</i>								
Черный пар	35,6	781	87	12,50	31,6	II—III	179	471
Кукуруза на зеленый корм	28,5	780	80	11,43	25,8	II—III	165	455
Горох	23,4	781	84	11,73	26,5	II—III	156	460
Кукуруза на силос	19,3	771	71	11,32	26,4	II—III	200	454
Озимая пшеница	18,8	778	81	11,90	26,4	II—III	167	444
Ячмень	16,0	775	78	11,51	25,7	II—III	153	473

этом в те годы, когда урожайность озимой пшеницы после непаровых предшественников ниже в 1,5—2 раза и более, чем по черному пару, качество зерна снижается незначительно. Если же различия в урожайности меньше, стекловидность, белковость и хлебопекарные свойства

ва существенно снижаются после непаровых предшественников.

Основная причина этого явления — степень обеспеченности растений доступными нитратами. При равной урожайности более высокие запасы доступного азота после черного пара обеспечивают формирование лучшего по качеству зерна, чем по непаровым предшественникам. В годы (а таких лет большинство), когда урожайность зерна по непаровым предшественникам резко снижается, накопленных нитратов в почве хватает для получения зерна, близкого по качеству к паровой пшенице. Однако сбор белка с гектара при этом бывает значительно ниже.

В районах северной степи Украины с более благоприятными условиями погоды, когда и после непаровых предшественников можно получать урожайность озимой пшеницы более 30 ц/га, существенно снижается качество зерна по сравнению с черным паром: стекловидность, содержание белка и клейковины, сила муки и хлебопекарные свойства (табл. 36).

36. Влияние непаровых предшественников на качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 (Красноградская опытная станция, в среднем за 1965—1978 гг., без 1970, 1975 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Натура зерна, г	Стекло- видность, %	Содержание, %		Качество клей- ковины, группа	Сила муки, е. в.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке			
Черный пар	44,3	774	90	13,16	31,2	I—III	222	526
Кукуруза на зе- леный корм	43,8	776	85	11,55	27,0	I—III	196	507
Горох	43,0	769	89	12,75	29,2	I—III	212	509
Озимая пшеница	32,1	765	74	11,58	25,0	I—III	168	500
Кукуруза на си- лос	32,9	772	81	11,20	24,8	I—III	172	511

На крайнем юге Украины по влиянию на качество зерна самыми плохими предшественниками были колосовые культуры — ячмень, озимая пшеница, лучшими — бахчевые и сорго на силос (табл. 37).

В правобережной лесостепи Украины, по данным Мироновского научно-исследовательского института селекции и семеноводства пшеницы (Мироновский НИИССП),

37. Влияние непаровых предшественников на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Геническая опытная станция, в среднем за 1966—1970 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Качество клей- ковины, группа	Сила муки, е.а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке			
Черный пар	41,2	820	60	11,96	30,0	I—II	131	474
Горох	31,6	818	60	11,57	26,5	I—II	149	472
Кукуруза на силос (70×70 см)	24,0	819	60	11,35	27,0	I—II	156	468
Кукуруза на силос 210 + (3×7) см	26,2	819	58	11,47	27,4	I—II	160	476
Бахчевые культу- ры	25,4	820	72	12,03	29,0	I—II	172	474
Озимая пшеница	22,2	819	50	10,92	25,1	I—II	134	458
Ячмень	23,8	817	50	10,94	24,6	I—II	147	467
Сорго на силос	17,6	818	65	11,79	28,7	I—II	173	464
» на зерно	18,0	818	65	11,58	27,2	I—II	154	462
Подсолнечник	19,4	817	62	11,41	25,5	I—II	182	466

наиболее благоприятные условия для формирования высокого уровня урожайности зерна с хорошими технологическими свойствами складываются при размещении озимой пшеницы по черному пару и после многолетних бобовых трав. Качество зерна озимой пшеницы по парам, занятым горохом, кукурузой, озимой пшеницей на зеленый корм, снижается, однако оно значительно выше, чем при посеве пшеницы после кукурузы на силос и зерновых колосовых культур (табл. 38).

Необходимость концентрации и специализации сельскохозяйственного производства в Молдавской ССР потребовала решения ряда вопросов получения зерна сильной пшеницы, в частности изучения роли предшественников. Опытами Молдавского НИИ полевых культур показано, что культуры занятого пара (многолетние травы и горох, убираемый на зерно) мало уступали черному пару. Кукуруза, убираемая на силос, как предшественник для сильной пшеницы оказалась хуже (табл. 39).

На типичных черноземах Центрально-Черноземной зоны РСФСР самое высокое содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы было при посеве по чер-

38. Влияние предшественников на формирование урожая и качество зерна озимой пшеницы Ильичевка (по Блохину, Ковбасенко, 1977)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание сырой клейковины, %	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
Черный пар	50,1	41,6	28,6	239	647
Многолетние травы	50,7	42,3	28,2	189	617
Горох на зеленый корм	51,9	43,1	24,7	180	633
Горох на зерно	42,8	41,6	27,5	193	600
Вико-овсяная смесь	47,3	41,5	24,3	186	597
Кукуруза на зеленый корм	51,2	42,6	26,0	189	613
Кукуруза на силос	39,5	43,5	23,2	118	577
Озимая пшеница на зеленый корм	45,9	41,7	26,2	170	610
Озимая пшеница (зерно)	38,2	43,6	20,0	143	553
Ячмень	34,4	43,6	19,4	162	567

ному пару, после многолетних трав (клевер, эспарцет на один укос), затем после кукурузы и озимой пшеницы на

39. Качество зерна озимой пшеницы Одесская 51, выращенной после разных предшественников (по Нищему, 1977)

Предшественник	Масса 1000 зерен, г	Сила муки, е. а.	Содержание, %		Объем хлеба, см ³
			белка	клейковины	
Кукуруза на силос	39,3	278	13,54	23,7	534
Вико-ржаная смесь	38,7	308	15,03	25,0	575
Вико-овсяная »	38,3	332	14,26	25,1	595
Многолетние травы	37,0	338	15,18	26,4	623
Горох (зерно)	38,9	347	15,27	25,8	621
Черный пар	37,5	315	15,11	26,7	640

зеленый корм, самое низкое — после кукурузы на силос и ячменя (табл. 40).

В Краснодарском крае в исследованиях (Тарасенко, 1973), выполненных в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Краснодарский НИИСХ), разница в содержании клейковины в зависимости от предшественников достигала почти 10 %.

40. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников в Центрально-Черноземной зоне (по Вородовой, 1974)

Предшественник	Сорт Мироновская 808			Сорт Мироновская юбилейная		
	урожай- ность, ц/га	содержание, %		урожай- ность, ц/га	содержание, %	
		белка	клей- кови- ны		белка	клей- кови- ны
Черный пар	34,9	13,7	28	43,5	12,7	24
Вико-овсяная смесь	42,8	11,1	21	41,2	10,6	19
Горох	44,7	11,2	22	41,7	11,0	20
Чина	39,7	11,3	22	36,1	11,0	20
Ячмень	36,7	10,4	19	33,4	10,3	19
Кукуруза на зеле- ный корм	40,0	11,9	23	43,5	11,3	22
Кукуруза на силос	38,4	10,6	20	37,9	10,6	20
Клевер	40,4	12,8	25	47,8	11,8	23
Эспарцет	39,6	12,7	25	46,7	11,8	22
Озимая пшеница на зеленый корм	41,8	12,0	23	46,9	11,1	21

И здесь четко проявляется преимущество черного пара, обеспечивающего лучшие условия для получения высокобелкового зерна. В многочисленных опытах по черному пару получили урожай в 2 раза выше, чем после озимой пшеницы. Однако по сложившейся в последние годы здесь структуре посевных площадей основными предшественниками озимой пшеницы служат пропашные и колосовые культуры и лишь незначительная часть посевов размещается после многолетних трав и зерновых бобовых культур. В то же время результаты многолетних экспериментов свидетельствуют о том, что лучшее по технологическим свойствам зерно в условиях Кубани можно получить именно после люцерны и гороха. По этим предшественникам даже без применения удобрений формируется зерно с высокими показателями стекловидности, содержания клейковины, физических свойств теста и хлебопекарных достоинств (табл. 41).

Кукуруза на зерно, подсолнечник и озимая пшеница по влиянию на качество зерна в Краснодарском крае почти равноценны. Пшеница, высеваемая по этим пред-

**41. Влияние предшественников на качество зерна
озимой пшеницы Безостая 1 (по Тарасенко, 1973)**

Предшественник	Стекло- видность, %	Содержание клейковины в зерне, %	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
Люцерна	70	27,3	401	668
Горох	70	25,9	444	671
Сахарная свекла	69	24,1	388	669
Кукуруза на силос	62	23,0	333	674
» на зерно	59	21,8	259	669
Подсолнечник	56	21,5	288	673
Озимая пшеница	59	21,9	269	632

шественникам без внесения удобрений, как правило, характеризуется невысокой стекловидностью зерна, низким содержанием клейковины, средними и хорошими физическими свойствами теста.

Приведенные в главе 3 данные, а также результаты многочисленных экспериментов, выполненных во ВСГИ, ВНИИ кукурузы и его сети, госсортоучастках, свидетельствуют о том, что даже в традиционных районах производства высококачественных сильных озимых пшениц (юг Украины, Северный Кавказ, Центрально-Черноземная зона, Поволжье, Молдавская ССР) без внесения азотных удобрений при выращивании после всех предшественников, включая черный пар, практически невозможно получить высокий урожай с уровнем белковости 14 %.

Например, частота встречаемости образцов зерна сортов озимой пшеницы Безостая 1, Мироновская 808 и Одесская 51, отвечающих по уровню качества требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам, в степи Украины, по данным полевых опытов Эрастовской, Красноградской, Генической, Розовской и Измаильской опытных станций, в целом по всем опытам без удобрений за 1965—1979 гг. составила только 5,2 %. Зерна, отвечающего уровню требований ценной пшеницы, было 50 % и слабых — 44,8 %. При выращивании после многолетних трав соответственно частота встречаемости составляла 3,0; 45,4 и 51,6 %, после занятых паров — 1,6; 39,6 и 58,8 % и после непаровых предшественников — 1,3; 24,3 и 74,4 %.

Изучение динамики водного и пищевого режимов озимой пшеницы после различных предшественников

свидетельствует, что их влияние на качество зерна достаточно четко коррелирует с запасами нитратного азота в почве, а также его отношением к запасам подвижного фосфора в период вегетации озимой пшеницы. Решающее влияние имеет также уровень урожайности, который зависит, кроме того, еще и от влагообеспеченности посевов.

Особенно большое влияние на формирование качества зерна оказывают запасы нитратного азота в период колосения озимой пшеницы, его отношение к подвижному фосфору, а также количество нитратного азота, которое приходится на 1 ц зерна. Чем выше эти показатели, тем, как правило, выше белковость и в целом качество зерна.

Таким образом, соответствующим подбором предшественников в системе севооборотов можно создать благоприятные условия для получения как высокого урожая, так и зерна хорошего качества. К лучшим предшественникам озимой пшеницы относятся черный пар, люцерна и эспарцет на один укос. После паров, занятых культурами на зеленый корм, как правило, качество зерна несколько хуже, чем по черному пару.

В степной зоне Украинской ССР эффективность паров положительно сказывается на продуктивности зерновых севооборотов в целом. Например, на Розовской опытной станции за ротацию десятипольного севооборота (1965—1974 гг.), в котором 75 % озимой пшеницы размещалось по черным и занятым парам, с 1 га севооборотной площади получено зерна 28,9 ц, в том числе пшеницы 12,7, кормовых единиц—4180, переваримого белка—3,9 ц. Урожайность зерновых составила 31,7 ц/га, озимой пшеницы—31,7.

В севообороте, где всю озимую пшеницу размещали после непаровых предшественников, сбор зерна с 1 га севооборотной площади составил 16,7 ц, в том числе пшеницы 7, кормовых единиц—5830, переваримого белка—5,8 ц при урожайности зерновых 18,1 ц/га, пшеницы—17,5.

Эти и другие данные дают основание рекомендовать в степной зоне Украинской ССР сеять не менее 50 % озимой пшеницы по черному и занятым парам. При этом в северных, северо-западных районах степи в группе паровых предшественников пшеницы должны доминировать занятые пары, в центральных и юго-западных районах черный и занятые пары могут быть в равном количестве,

а в юго-восточных районах преимущество следует отдавать черному пару (Бондаренко и др., 1977).

В некоторые годы (с достаточным количеством осадков после уборки) удовлетворительным предшественником может быть горох на зерно (наравне с занятыми парами). При выращивании озимой пшеницы после ячменя, пшеницы и кукурузы на силос, а также после других непаровых предшественников (кроме многолетних трав), как правило, создаются неблагоприятные условия для получения высококачественного зерна. Вместе с тем, как показал многолетний опыт возделывания озимой пшеницы в опытных учреждениях СССР, в Западной Европе и США, применение соответствующих обработок почвы, внесение гербицидов, фунгицидов и повышенных доз удобрений позволяет получать высококачественное зерно практически после всех предшественников. Однако затраты ископаемой энергии на единицу продукции при этом резко возрастают. Поэтому рациональное чередование культур — одно из наиболее эффективных средств получения устойчивых и высоких урожаев озимой пшеницы с необходимым качеством зерна. Для решения проблемы необязательны севообороты с длительной ротацией, которые в большинстве хозяйств не выдерживаются в результате действия множества трудноуправляемых факторов (гибель озимых, сухая осень, необходимость увеличения производства некоторых культур и др.). Главное — установить разумное чередование культур, уменьшая при необходимости отрицательное действие некоторых предшественников при помощи соответствующей обработки почвы, гербицидов и внесения повышенных доз удобрений, и сократить посеvy озимой пшеницы после стержневых предшественников.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

В системе агротехнических приемов, способствующих увеличению урожайности и улучшению качества зерна, определенное место занимают способы и сроки обработки и подготовки почвы, которые влияют на ее водный, пищевой, воздушный и тепловой режимы. От этого, в свою очередь, зависит своевременное появление всходов, нормальный рост и развитие растений в течение вегетации. Более ранняя и своевременная обработка почвы способствует большему накоплению воды и питательных

веществ, лучшему разложению пожнивных остатков, снижению количества возбудителей болезней, более полной очистке поля от сорной растительности и лучшему уплотнению почвы до посева. Если она уходит в зиму рыхлой, происходит ее деформация, что ведет к разрыву корневой системы растений, снижению их зимостойкости и урожайности. Эффективность предшественников зависит от качества и свойственной им обработки почвы: вспашки, поверхностной или плоскорезной.

Обработка почвы под черный пар. Результаты опытов свидетельствуют о том, что глубина вспашки под пар не оказывает существенного влияния на качество зерна. Например, в опытах Крымского СХИ вспашка поля после кукурузы как на 20, так и на 30 см одинаково влияла на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1. В среднем за 3 года содержание белка в зерне составило соответственно 12,1 и 12,3 %, клейковины в муке — 28,3 и 27,8, стекловидность зерна — 70 и 72 %, объем хлеба — 543 и 550 см³. Не различались также и другие показатели качества зерна. Вместе с тем применение плоскорезной обработки почвы обуславливает некоторое его снижение (табл. 42).

42. Влияние способов обработки почвы после кукурузы под черный пар на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Геническая опытная станция, в среднем за 1974—1979 гг.)

Способ обработки почвы	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Водопоглощательная способность муки, %	Объем хлеба, см ³
		белка в зерне	клейковины в муке			
Отвальная вспашка на 28—30 см	94	15,86	36,0	323	68,4	580
Плоскорезная на 28—30 см	94	15,34	34,0	268	65,9	573
Плоскорезная на 12—14 см	93	15,01	33,2	309	66,8	582

Аналогичные данные получены ранее в опытах Крымского СХИ. Здесь при вспашке поля после кукурузы под черный пар на глубину 20 см озимая пшеница имела стекловидность 81 %, содержание белка в зерне — 12,12, клейковины — 31,2 %, силу муки — 232 е. а., упругость

теста — 125 мм и объем хлеба — 570 см³. При обработке плоскорезом эти показатели уменьшились соответственно на 3, 1,16, 1,9 %, 26 е. а., 29 мм и 30 см³. Основная причина этих различий, по-видимому, — неодинаковая активность процессов нитрификации. При плоскорезной обработке они идут замедленно, и к моменту посева, как правило, на таких участках бывает меньше подвижных нитратов.

Обработка почвы после занятых паров. Чтобы удлинить период парования поля, необходимо стремиться как можно раньше убрать парозанимающие культуры и сразу же провести обработку почвы. Способ обработки ее после занятых паров определяется биологическими свойствами парозанимающей культуры, агротехникой, продолжительностью послеуборочного периода, влажностью почвы, в частности пахотного слоя, засоренностью, усло-

43. Влияние способов обработки почвы после занятых паров на качество зерна озимой пшеницы (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1973—1977 гг.)

Способ обработки почвы	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сыра муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Парозанимающая культура горохо-овсяная смесь на сено</i>						
Отвальная вспашка на 20—22 см	43,7	79	13,07	30,0	268	580
Плоскорезная обработка на 20—22 см	44,9	79	12,96	31,2	280	586
Плоскорезная обработка на 8—10 см	45,1	80	12,71	30,1	268	589
Дискование на 8—10 см	45,9	76	12,76	30,0	256	576
<i>Парозанимающая культура кукуруза на зеленый корм</i>						
Отвальная вспашка на 20—22 см	47,0	84	13,46	30,3	259	592
Плоскорезная обработка на 20—22 см	46,8	88	13,53	31,7	278	598
Плоскорезная обработка на 8—10 см	48,0	84	13,14	31,3	278	600
Дискование на 8—10 см	48,4	84	13,31	30,4	274	601

виями погоды и т. д. После культур, которые рано убирали на зеленый корм (озимая рожь, горохо-овсяная, ячменно-овсяная и вико-овсяная смеси), способы обработки почвы (дискование на 6—8 см и вспашка с прикатыванием на 20—22 см) оказывали практически одинаковое влияние на урожайность и качество зерна. Не только при вспашке и дисковании, но и при плоскорезной обработке почвы после занятых паров качество зерна озимой пшеницы существенно не изменялось (табл. 43).

Обработка почвы после непаровых предшественников. Проблема выбора оптимального варианта обработки почвы после непаровых предшественников продолжает оставаться дискуссионной. В последние годы в большинстве районов возделывания озимой пшеницы накапливается все больше данных о нецелесообразности во многих случаях вспашки. В опытах ВНИИ кукурузы в степных условиях всегда большая урожайность озимой пшеницы наблюдалась при поверхностной обработке почвы после кукурузы на силос, а качество зерна при плоскорезной обработке почвы и дисковании было практически таким же, как и при вспашке (табл. 44).

44. Влияние способов обработки почвы после кукурузы на силос на качество зерна озимой пшеницы (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1973—1976 гг.)

Способ обработки почвы	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Отвальная вспашка на 20—22 см	36,3	79	13,18	28,2	264	600
Плоскорезная обработка на 20—22 см	38,3	79	12,73	27,8	162	583
Плоскорезная обработка на 8—10 см	38,6	74	12,41	29,2	232	583
Дискование на 8—10 см	39,1	84	12,53	28,4	216	610

Вместе с тем в зоне достаточного увлажнения вспашка поля после кукурузы на силос на 20—22 см имеет преимущество в получении большей урожайности озимой пшеницы по сравнению с поверхностной обработкой. Так, по данным Черниговской областной сельскохозяй-

ственной опытной станции, урожайность озимой пшеницы Мироновская 808 после дискования кукурузного поля была ниже на 2,1 ц/га, чем при вспашке. Качество зерна практически не изменялось (табл. 45).

45. Влияние способов обработки почвы после кукурузы на silos на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 (в среднем за 1968—1971 гг.)

Способ обработки почвы	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Объем хлеба, см³
			белка в зерне	клейковины в муке	
Вспашка на 20—22 см	26,7	94	10,85	24,8	493
» » 25—27 см	25,2	93	10,77	25,3	487
Дискование на 10—12 см	24,6	96	10,77	25,2	487

Способ обработки почвы после озимой пшеницы для повторного посева этой культуры оказывает существенное влияние на урожайность, но не влияет на качество зерна. Так, в северной степи Украины стекловидность, содержание белка и клейковины, сила муки и хлебопекарные свойства были при плоскорезной обработке почвы и дисковании такими же, как и при вспашке (табл. 46).

46. Влияние способов обработки почвы после озимой пшеницы на качество зерна повторной культуры (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1972—1977 гг.)

Способ обработки почвы	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Отвальная вспашка на 20—22 см	31,2	80	14,06	31,7	268	561
Плоскорезная обработка на 20—22 см	26,8	82	13,99	32,6	250	564
Плоскорезная обработка на 12—14 см	29,4	81	14,01	32,0	242	569
Дискование на 8—10 см	32,5	82	13,84	29,0	259	578

Обработка почвы после гброха (вспашка на 20—22 см и дискование) как в степных, так и в лесостепных условиях существенно не влияет на содержание белка и клейковины, физические реологические и хлебопекарные свойства пшеницы.

Срок и способ обработки почвы после многолетних трав оказывают существенное влияние на урожайность последующей озимой пшеницы. По данным Белоцерковской опытно-селекционной станции ВНИИ сахарной свеклы (ВНИС), самая высокая урожайность получена после вспашки многолетних трав на 22 см сразу после их уборки — 43,9 ц/га, при вспашке на 32 см в тот же срок она была ниже на 3,7 ц/га, а после дискования составила только 31,8 ц/га. Качество зерна не зависит от способов обработки почвы после многолетних трав.

Таким образом, способы обработки почвы (вспашка, поверхностная обработка) существенно не влияют на содержание белка и клейковины, силу муки и хлебопекарные свойства озимой пшеницы при выращивании после любого предшественника, за исключением черного пара, где преимущество остается за вспашкой.

СРОКИ СЕВА И ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Сроки сева. Оптимальный срок сева озимой пшеницы определяется комплексом факторов, в том числе и генотипическими особенностями сортов. Он должен обеспечить хорошее развитие корневой системы, образование мощного узла кущения и надземной массы (Задонцев, Кононенко, 1941; Пруцков, 1970; Задонцев и др., 1971; Бондаренко и др., 1977). От срока сева в значительной мере зависят уровень устойчивости пшеницы к неблагоприятным факторам при перезимовке, степень повреждения болезнями и вредителями. Если всходы появляются поздно, растения озимой пшеницы до прекращения вегетации образуют ослабленную надземную часть и недостаточно развитую корневую систему. В результате этого в неблагоприятные зимы такие посевы значительно повреждаются, изреживаются и часто погибают. Даже при сравнительно благоприятной осени они неэффективно используют осенние и весенние запасы влаги в почве, чаще подвергаются запалу (Задонцев, Бондаренко, 1966; Сусидко, Грисенко, Науменко, Якименко, 1969).

В зависимости от условий произрастания срок сева

оказывает различное влияние на качество зерна пшеницы.

В условиях Одесской области больше белка в зерне образовывалось при поздних сроках сева (Станкевич; 1964). Аналогичные результаты получены на Генической опытной станции (Круть, 1968).

По данным А. А. Созинова, Н. И. Блохина (1967), на юге Украины посев озимой пшеницы во второй декаде сентября способствовал получению зерна с наибольшей массой 1000 шт., но с наименьшим количеством клейковины. При поздних сроках сева зерно содержало ее больше.

В восточных районах Украины при ранних и поздних сроках сева количество клейковины в зерне увеличивалось по сравнению с этим показателем при оптимальном сроке сева (Ивушкин, Шабашов, 1968).

В центральном районе северной степи Украины качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару, было практически одинаковым в пределах допустимых сроков сева, при которых не наблюдалось существенной разницы в урожайности. Но при очень раннем (23 августа) и слишком позднем сроке (5 октября) снижались физические показатели (масса 1000 зерен и натура) и несколько повышалась белковость зерна (табл. 47).

47. Влияние сроков сева на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1966—1978 гг.)

Срок сева	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
23.08	33,7	38,3	804	14,24	34,9	248	529
01.09	36,8	39,5	810	13,82	35,3	254	527
07.09	39,7	40,8	822	13,92	34,8	250	520
15.09	37,7	40,4	824	13,83	35,2	270	522
23.09	35,4	40,5	824	13,64	34,5	236	511
05.10	23,8	38,5	811	14,00	35,8	266	526

В то же время качество зерна более пластичного, многолинейного сорта Одесская 51 не зависело от уровня урожайности, а было практически одинаковым при всех сроках сева.

В северных районах степи Украины, где различия в урожайности зерна под влиянием сроков сева менее существенны, они не оказывали влияния на технологические достоинства зерна сортов Мироновская 808 и Харьковская 63 (табл. 48).

48. Влияние сроков сева на качество зерна озимой пшеницы, выращенной по черному пару (Красноградская опытная станция, в среднем за 1972—1979 гг.)

Срок сева	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Содержание, %		Сила муки, е. а	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Сорт Мироновская 808</i>							
23.08	41,6	38,8	766	13,65	32,9	260	565
01.09	46,3	37,5	750	14,50	34,8	279	566
07.09	48,0	37,2	758	14,22	33,5	286	580
15.09	45,0	37,8	764	14,25	33,4	277	576
23.09	37,9	37,7	759	13,87	33,8	263	585
<i>Сорт Харьковская 63</i>							
23.08	43,8	40,1	763	14,48	33,0	242	572
01.09	45,2	38,2	768	14,38	34,0	272	585
07.09	49,4	40,0	775	14,12	32,6	270	584
15.09	47,6	39,6	776	14,11	33,2	244	579
23.09	41,8	38,5	767	14,56	33,7	250	580

При посеве озимой пшеницы после кукурузы на силос срок сева в этих условиях оказывал значительное влияние на урожай.

В среднем за 1972—1978 гг. (без 1975 г.) урожайность сортов Мироновская 808 и Харьковская 63 при посеве первого сентября соответственно на 3,9 и 5 ц/га, масса 1000 зерен — на 3,2 и 3,0 г, натура зерна — на 12 и 11 г были меньше, чем при оптимальном сроке сева (7 сентября). В то же время стекловидность, содержание белка и клейковины, сила муки, ее водопоглотительная способность, время образования теста, расплываемость подового хлеба и его объем были практически равными при всех сроках сева.

При посеве 23 сентября хотя и снижалась урожайность сорта Мироновская 808 на 5,1 ц/га, а сорта Харь-

ковская 63 — на 10,8 ц/га, качество зерна было таким же, как и при оптимальном сроке сева.

А. И. Митрополенко (1978) в этих же опытах изучал морфофизиологические особенности конуса нарастания и динамику содержания углеводов в узлах кущения и листьях, а также определял морозостойкость методом прямого промораживания. Он установил, что физиологический механизм адаптации к низким температурам, связанный с рядом биохимических процессов в растительном организме, в том числе и накоплением углеводов в осенний период, тесно коррелирует в последующем или оказывает определенное воздействие на качество зерна, но не на уровень урожайности.

В южной степи Украины при посеве по черному пару содержание белка, клейковины и сила муки у озимой пшеницы Безостая I закономерно увеличивались от раннего к позднему сроку сева. При посеве после кукурузы на силос отмечалось только некоторое увеличение белковости зерна при самом позднем сроке сева (табл. 49).

49. Влияние сроков сева на качество зерна озимой пшеницы Безостая I (Геническая опытная станция, в среднем за 1968—1976 гг.)

Срок сева	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Предшественник черный пар</i>							
25.08	30,3	39,2	85	13,00	29,7	188	541
25.09	35,5	39,7	89	13,42	31,4	192	562
15.10	25,4	37,2	94	14,56	34,5	252	560
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>							
25.08	19,5	37,4	90	14,62	33,7	273	559
25.09	21,8	37,7	91	14,53	32,9	255	568
15.10	19,1	36,8	95	14,48	33,8	273	576

В лесостепи Украины, по данным Мироновского НИИССП, наибольшую массу 1000 зерен и натуру имела пшеница при посеве в оптимальные и близкие к ним

сроки (5—15 сентября). При ранних и поздних сроках эти показатели снижались. По содержанию клейковины, силе муки, объему хлеба зерно пшеницы оптимальных сроков сева несколько уступало зерну ранних и поздних сроков. Урожайность зерна при оптимальных сроках сева была выше, чем при ранних и поздних (табл. 50).

50. Качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 в зависимости от срока сева (по Блохину, 1976)

Срок сева	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Содержание клейковины, %	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
15.08	17,1	39,1	725	35,1	271	518
25.08	27,6	41,2	742	35,1	246	511
05.09	32,8	40,9	745	33,5	261	504
10.09	35,2	42,3	762	33,0	251	511
15.09	33,1	42,3	751	32,5	269	495
25.09	31,5	39,7	729	33,9	287	528

Многолетние опыты научно-исследовательских учреждений и госсортоучастков Центрально-Черноземной зоны позволили установить оптимальные сроки сева озимой пшеницы, обеспечивающие максимально высокий урожай. Как очень ранние, так и поздние сроки сева отрицательно влияют на урожай, устойчивость пшеницы к вредителям, болезням, неблагоприятным условиям погоды. Для хорошего развития, укоренения и закалки озимой пшеницы с осени в условиях этой зоны требуется 45—60 дней со среднесуточными положительными температурами не ниже 5°С. За это время растения должны хорошо раскуститься, иметь 4—6 стеблей, пройти первую фазу закаливания.

Оптимальный срок сева озимой пшеницы по занятым парам — с 25 августа по 5 сентября. В северной части зоны сев начинается с 20 августа. По черным парам в южных районах его проводят с 1 по 10 сентября, в остальных районах — с 1 по 5 сентября. Ранний срок сева озимой пшеницы по черным парам ведет к перерастанию растений, снижению зимостойкости и качества зерна.

По данным исследований НИИСХ Центрально-Черноземной полосы, на обыкновенных черноземах юго-восточной зоны при раннем севе гибель пшеницы от вымерзания составила 36,2%, в то время как при посеве в оп-

тимальный срок (1 сентября) — 5,2%. Соответственно урожайность зерна в среднем при посеве в ранний срок была на 11,1 ц/га ниже, чем при посеве в оптимальный срок.

Содержание сырого белка и клейковины в зерне увеличивается от ранних сроков сева к оптимальному и позднему. Улучшаются также физические свойства теста и качество хлеба. Так, при посеве 15 августа устойчивость теста при замесе на фаринографе была 5,5 мин, при посеве в оптимальный срок (1 сентября) — 20 мин. Объем хлеба соответственно повышался с 420 до 450 см³ (Пшеничный, 1978).

В условиях Краснодарского края сроки сева озимой пшеницы также оказывают существенное влияние на урожай и технологические свойства зерна. Наблюдается наибольшая изменчивость массы 1000 зерен, природы, стекловидности, содержания белка и клейковины, физических свойств теста. По данным Н. Д. Тарасенко (1973), масса 1000 зерен при посеве озимой пшеницы Безостая 1 с 15 августа по 15 сентября была на 8—10 г ниже, чем при посеве в оптимальный срок — 5 октября. Такое зерно не может быть отнесено к высококачественному (масса 1000 зерен 26,4—27,4 г), несмотря на высокое содержание в нем клейковины (41,2—41,9%). Оно не служит ценным сырьем для мукомольной и хлебопекарной промышленности и может быть использовано лишь в качестве комбикорма.

Повышение белковости зерна при поздних сроках сева обусловлено действием следующих факторов. Оно созревает в этом случае обычно при повышенных температурах и более низкой влажности почвы и воздуха, что приводит к сокращению периода формирования зерна, снижению урожая и относительно большему содержанию белка и клейковины. Кроме того, большему накоплению белка способствует также изреживание ослабленных поздних посевов во время перезимовки и весенне-летней вегетации, в связи с чем для оставшихся растений создается лучший питательный и световой режим.

Некоторое повышение отдельных показателей качества зерна при ранних или поздних сроках сева по сравнению с оптимальными нельзя рассматривать как положительное явление, потому что при этом значительно снижается урожай, иногда более чем в 2 раза по сравнению с урожаем при оптимальном сроке сева, а также сбор

белка. Некоторое повышение белковости при ранних и особенно поздних сроках сева свидетельствует о нежелательных нарушениях в закономерностях белково-углеводного обмена при формировании зерновок в необычных условиях.

Густота стояния растений. Проблема оптимальных норм посева для озимой пшеницы остается окончательно не решенной. Некоторые исследователи (Синягин, 1969) считают, что при увеличении доз удобрений и орошении необходимо повышать нормы высева семян, или густоту насаждения. В Западной Европе при урожайности пшеницы 50—60 ц/га высевают 180—200 кг/га семян. В то же время в США нормы высева озимой пшеницы значительно ниже — 80—100 кг/га. В рекомендациях научных учреждений нашей страны отмечается, что при севе по черным удобренным парам норма высева большинства сортов должна быть ниже, чем при севе по непаровым предшественникам. Однако для таких малокустящихся сортов, как Безостая 1, это утверждение не всегда справедливо.

Правильное определение норм высева семян имеет существенное значение для получения высокого урожая хорошего качества. М. С. Савицкий (1969) рекомендует проводить определение их по оптимальной густоте стеблестоя, а Н. Н. Бородин (1969), В. А. Потушанский (1969) — в зависимости от условий увлажнения почвы и сроков посева. В зависимости от почвенно-климатических условий зоны выращивания и сорта озимой пшеницы нормы посева семян будут различными.

Исследованиями, проведенными П. Е. Судновым (1965) на Ставропольской селекционно-опытной станции ВНИИ кукурузы, установлено, что сильно кустящиеся сорта озимой пшеницы, как правило, не выносят повышенных норм посева, и растения в этом случае полегают, причем снижается масса 1000 зерен и стекловидность. Объясняет он это тем, что налив зерна происходит в условиях излишне высокой для таких сортов влажности почвы, воздуха, посевы плохо освещаются. Сорта, не склонные к полеганию, при определенном допустимом загущении посевов обычно не ухудшают качества зерна, если в почве есть достаточное количество питательных веществ и воды.

Фактором, способствующим повышению урожая и качества зерна пшеницы с увеличением норм высева сор-

тов, устойчивых к полеганию, а в сухие годы и сортов, склонных к нему, является создание более благоприятного в этом случае режима почвенной влажности под посевами (Суднов, 1965). Оказалось, что в условиях Ставрополья (зона неустойчивого увлажнения) влажность пахотного слоя почвы под густыми посевами была более высокой вследствие сокращения поверхностного испарения почвенной влаги. Более изреженные посевы слабокустящихся сортов не в состоянии защитить почву от чрезмерного испарения влаги.

Между нормами высева семян, урожаем и качеством зерна озимой пшеницы существует зависимость. Так, Б. И. Дидусь (1960) отмечает, что в загущенных посевах озимой пшеницы снижается масса 1000 зерен, количество зерен в колосе. Объемный выход хлеба от густоты посева изменяется незначительно. Основные показатели качества остаются на одном уровне или имеют тенденцию к незначительному повышению при загущении.

По данным других авторов (Бородин, 1969; Носенко, 1969; Семений, 1969), между нормами высева и такими показателями, как масса 1000 зерен и натура, нет взаимосвязи.

В условиях западных районов Украины, по данным В. Г. Вольского, Я. Е. Ломницкого, В. И. Коваль (1969), у сортов Мироновская 808, Белоцерковская 198 и Безостая 1 с увеличением норм высева от 3 до 6 млн/га семян происходит малозаметное снижение содержания белка и клейковины в зерне. В условиях Житомирской сельскохозяйственной опытной станции содержание белка в зерне сорта Белоцерковская 198 при норме высева 3,5 млн/га семян составило 10,62 %, а при 5,5 млн/га — только 8,48 % (Романенко, 1971). По данным Н. А. Федоровой, И. Ф. Бондарь (1969), в условиях серой оподзоленной почвы (Киевская область) наибольшее содержание белка и клейковины в зерне у сортов Мироновская 808 и Белоцерковская 198 было при оптимальных нормах высева семян.

В северной степи Украины качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 при выращивании по черному пару изменялось под влиянием норм высева семян незначительно, хотя при изреженном посеве (2,5 млн/га) содержание белка было выше (табл. 51).

Влияние норм высева семян на качество зерна озимой пшеницы зависело от обеспеченности почвы пита-

51. Влияние норм высева семян на качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 (Синельниковская селекционно-опытная станция ВНИИ кукурузы, в среднем за 1966—1968 гг.)

Норма высева семян, млн/га	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекло-видность, %	Содержание, %		Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке	
2,5	30,1	42,6	92	12,04	33,4	480
3,5	31,1	41,3	92	11,57	32,8	477
4,5	31,9	40,7	92	11,68	31,6	460
5,5	34,5	39,9	88	11,57	30,2	460

тельными веществами, особенно во влажные годы. Так, в 1967 г., по данным Синельниковской селекционно-опытной станции, при выращивании озимой пшеницы Мироновская 808 после кукурузы на зеленый корм без весенней подкормки содержание белка и клейковины постепенно снижалось от минимальной нормы высева семян (3,5 млн/га) к максимальной (7,5 млн/га). Белковость зерна уменьшилась с 13,71 до 12,44 %, содержание клейковины в муке — с 33,5 до 31,0 %, объем хлеба — с 520 до 480 см³. Урожайность зерна, наоборот, возрастала от минимальной нормы посева (19,0 ц/га) к максимальной (25,3 ц/га).

При весенней подкормке озимой пшеницы аммиачной селитрой, суперфосфатом и калийной солью содержание белка в зерне и клейковины в муке при нормах высева 3,5 и 4,5 млн/га семян удерживалось на одном уровне (соответственно 14,6 и 14,2; 37,7 и 37,0 %). С дальнейшим увеличением норм высева семян до 7,5 млн/га эти показатели постепенно снижались: содержание белка до 12,44 %, клейковины до 31,5 %. Объем хлеба уменьшился с 510 до 460 см³ по сравнению с этими показателями при наименьшей норме высева (3,5 млн/га). Урожайность зерна при наименьшей норме высева составила 22,8 ц/га, а при 5,5 млн/га семян — 27,0 ц/га.

Таким образом, при осенней подкормке озимой пшеницы содержание белка в зерне, клейковины в муке и объем хлеба снижались при увеличении норм посева семян меньше, чем на неудобренном участке. Менее значительной была прибавка урожайности зерна.

Изучение влияния норм высева семян на качество зерна при выращивании озимой пшеницы Мироновская

808 после кукурузы на силос без внесения удобрений показало, что масса 1000 зерен, натура и стекловидность, содержание белка в зерне и клейковины в муке при нормах высева от 1,5 до 3,5 млн/га семян были одинаковыми. Дальнейшее увеличение норм высева до 6,5 млн/га обуславливало снижение этих показателей, а именно: белка на 0,89 и клейковины на 5,6 %. Максимальный объем хлеба (490 см³) был при норме высева семян 5,5 млн/га. Отклонение от этих норм приводило к снижению объема хлеба на 50—60 см³. Урожайность зерна практически была на одном уровне независимо от норм высева семян (22,0—24,2 ц/га).

В 1970—1972 гг. в опытном хозяйстве ВНИИ кукурузы нормы высева сортов Мироновская 808 и Безостая 1 не оказали существенного влияния на качество зерна на удобренном и неудобренном фонах.

В южной степи Украины, по данным Генической опытной станции, при посеве сорта Безостая 1 как по черному пару, так и после кукурузы на силос урожайность зерна в среднем за 1968—1971 гг. была выше при посеве 5, ниже — при 3 и 7 млн/га семян. Содержание белка в зерне и клейковины в муке, стекловидность и объем хлеба при выращивании озимой пшеницы по черному пару

52. Влияние норм высева на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Геническая опытная станция, в среднем за 1968—1971 гг.)

Норма высева семян, млн/га	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Объем хлеба, см ³
					белка в зерне	клейковины в муке	
<i>Предшественник черный пар</i>							
3	40,7	41,2	823	86	12,38	32,3	530
5	42,7	40,4	819	82	12,72	31,6	527
7	41,5	39,5	832	92	13,07	32,1	527
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>							
3	21,4	38,1	817	86	12,21	30,1	534
5	22,5	38,9	813	88	12,04	28,4	525
7	21,0	38,3	816	78	11,75	27,9	516

не зависели от норм высева семян. При выращивании после кукурузы на силос эти показатели снизились при посеве с повышенной нормой (табл. 52).

Таким образом, как правило, в большинстве опытов наблюдалось некоторое снижение содержания белка и ухудшение технологических достоинств зерна озимой пшеницы при увеличении густоты стояния. Однако при внесении удобрений эти различия сглаживались. Характерно, что при сравнительно изреженном посеве (2,5 млн/га семян) современные сорта интенсивного типа формируют более низкий урожай, чем при оптимальной густоте (4,5—5,0 млн/га семян). Совершенно очевидно, что для получения хороших урожаев высококачественного зерна, особенно на удобренных фонах, следует использовать оптимальную норму высева. Изреживание посевов с целью повышения качества зерна нецелесообразно, так как приведет только к потере урожая.

ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Увеличение производства зерна озимой пшеницы неразрывно связано с широким применением органических удобрений, из которых наиболее ценное — навоз. При его внесении увеличивается содержание гумуса в пахотном и глубинных слоях почвы, активизируется микрофлора, улучшаются химические свойства почвы, увеличивается в ней содержание растворимого калия, фосфорной кислоты и азота.

Навоз повышает урожай озимой пшеницы во всех зонах, однако не везде и не всегда он положительно влияет на качество зерна. В лесостепи Украины, по данным Мироновского НИИССП, внесение навоза в среднем за 9 лет увеличило массу 1000 зерен на 0,3—3,2 г, содержание клейковины — на 0,7—1,5 %, силу муки — на 11—54 е. а., объем хлеба — на 17—91 см³.

В северо-западной части степи Украины (Жеребковская опытная станция ВНИИ кукурузы) на обыкновенном средневещелочном черноземе качество зерна озимой пшеницы, выращенной по разным предшественникам, при внесении навоза не улучшалось (табл. 53).

В южной степи Украины (Геническая опытная станция) на солонцеватых каштановых почвах под влиянием навоза незначительно увеличилась белковость зерна озимой пшеницы Безостая 1, урожайность возросла на

53. Влияние навоза (10 т/га) на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Жеребковская опытная станция, в среднем за 1969—1973 гг.)

Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекло-видность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Предшественник черный пар</i>							
40,8	39,8	800	80	12,97	32,2	240	510
42,4	41,0	802	80	13,01	33,7	227	542
<i>Предшественник горох на зерно</i>							
36,4	40,2	810	85	12,58	31,5	249	536
39,3	41,0	814	86	12,99	31,6	240	555
<i>Предшественник кукуруза на зеленый корм</i>							
34,0	40,4	813	86	12,71	30,9	238	519
37,9	40,9	813	83	12,58	31,3	267	540
<i>Предшественник горох на зерно</i>							
36,2	41,1	813	85	12,89	31,5	283	544
39,4	41,6	816	84	12,56	31,3	249	548
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>							
28,1	40,1	815	70	11,91	28,2	228	506
31,6	41,7	817	70	11,96	29,4	201	526

Примечание. Первая цифра по вертикали — без навоза, вторая — с навозом.

2,7—3,4 ц/га, за исключением предшественника черный пар, где она при внесении навоза была такой же, как и на контроле.

В северной степи Украины (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы) на обыкновенном малогумусном тяжелосуглинистом черноземе при внесении навоза под черный и занятый пары и другие предшественники его действие на качество зерна практически не проявлялось (табл. 54).

54. Влияние навоза (15 т/га) на качество зерна озимой пшеницы в северной степи Украины (в среднем за 1970—1979 гг.)

Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекло-видность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Предшественник черный пар (прямое действие навоза)</i>							
37,8	40,4	790	94	13,54	31,4	248	569
46,8	40,8	798	94	13,57	32,6	256	579
<i>Предшественник занятый пар (прямое действие навоза)</i>							
31,2	38,9	784	79	11,93	26,9	190	534
38,4	39,7	786	81	12,59	28,8	218	565
<i>Предшественник озимая пшеница (последствие навоза)</i>							
26,2	38,2	778	84	12,68	29,6	227	558
29,9	39,1	781	84	12,29	28,0	219	557
<i>Предшественник кукуруза на силос (последствие навоза)</i>							
27,3	39,2	783	81	11,76	26,9	206	563
29,5	39,7	788	82	11,76	25,9	199	560

Примечание. Первая цифра по вертикали — без навоза, вторая — с навозом.

Однако в ряде случаев в степи Украины внесение навоза оказывало значительное влияние на пищевые и технологические достоинства зерна. Так, на Измаильской опытной станции во влажном 1969 г. при внесении 15 т/га навоза после кукурузы на силос урожайность зерна озимой пшеницы Безостая 1 увеличилась на 10,9 ц/га, одновременно с этим содержание белка повысилось на 2,05 %, клейковины — на 3,5 %, а после ячменя — соответственно на 12,8, 1,22 и 2,3 % по сравнению с этими показателями на контроле. Характерно, что после лучших предшественников (черный пар, кукуруза на зеленый корм, горох) при внесении навоза урожайность зерна также увеличилась, но качество его почти не изменилось. Необходимо отметить, что из 4 лет (1967—1970 гг.) это был единственный год, когда прирост урожая зерна от дей-

ствия навоза достигал таких больших размеров, в другие годы он был в 3—4 раза меньше.

На Генической опытной станции в резко засушливом 1971 г. при внесении 20 т/га навоза под пар содержание белка в зерне озимой пшеницы Безостая 1 увеличилось на 1,59 %, а урожайность — только на 0,6 ц/га, по занятому пару — соответственно на 1,31 и 1,7, после кукурузы на силос — на 1,04 и 2,9, после озимой пшеницы — на 0,45 и 5,4 %. На контрольных делянках содержание белка было невысоким. Соответственно названным предшественникам оно составило 12,83; 10,03; 11,00; 8,44 %.

В этом опыте прирост белковости зерна при внесении навоза был бóльшим по лучшим предшественникам, меньшим — по худшим. Главная причина изменения белковости зерна состояла в том, что масса 1000 зерен на унавоженном поле больше уменьшалась по лучшим предшественникам, то есть там, где белковость зерна увеличилась. Например, по черному пару при внесении навоза она уменьшилась на 2,3 г, по занятому пару (озимая пшеница на зеленый корм) — на 1,3 г, после кукурузы на силос — на 0,7 г; после озимой пшеницы масса 1000 зерен увеличилась на 1,7 г по сравнению с контролем.

Таким образом, как свидетельствуют многолетние исследования в различных почвенно-климатических зонах, урожайность зерна озимой пшеницы под влиянием навоза повышается, однако качество зерна улучшается незначительно. Вероятно, это следствие того, что при внесении навоза растения используют весь доступный азот на формирование вегетативной массы и урожая, а в период налива его не хватает для формирования высококачественного зерна. Например, на Жеребковской опытной станции содержание нитратного азота во время колошения озимой пшеницы по черному пару в слое почвы 0—20 см без внесения удобрений составило 35,1 мг/кг абсолютно сухой почвы, с применением навоза — 33,6, в слое 20—40 см — соответственно 30,2 и 26,4 и в слое 40—60 см — 30,7 и 30,5; после кукурузы на силос — соответственно 33,2 и 25,3; 35,4 и 25,7; 24,9 и 18,3 мг/кг абсолютно сухой почвы.

Низкие темпы минерализации навоза, вероятно, обусловлены тем, что пахотный горизонт на посевах в период достаточного прогревания почвы иссушается и микробиологические процессы в значительной степени ингибируются. Об этом, в частности, свидетельствует и низкий

коэффициент использования растениями азота навоза. Как правило, в нем содержится в среднем 0,5 % азота, или 100 кг в 20 т, то есть достаточно большое его количество. Однако на Жеребковской опытной станции при внесении навоза в поле черного пара коэффициент использования азота озимой пшеницей составил в разные годы от 12 до 16 %, после гороха на зеленый корм — от 4,2 до 25,8, после кукурузы на силос — от 16,6 до 28,6, после озимой пшеницы — от 7,2 до 21,8 %. В опытном хозяйстве ВНИИ кукурузы использование азота из навоза растениями озимой пшеницы по черному пару составило 30,4 %, или 26,7 кг/га, по занятому пару — 9,5 %, или 8,4 кг/га, после озимой пшеницы — 16 %, или 14,1 кг/га, после кукурузы на силос — только 0,2 %, или 0,2 кг/га (с навозом было внесено 88 кг/га азота). Безусловно, доступного растениям азота было недостаточно для улучшения качества зерна. Практически он был весь использован для формирования более высокого урожая. В большинстве случаев навоз целесообразно вносить не под озимую пшеницу, а под черный пар или предшествующую культуру, например кукурузу на силос.

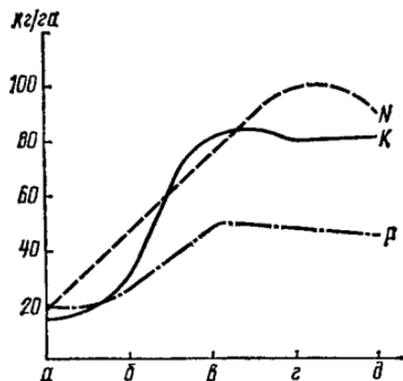
МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Наиболее эффективное средство повышения качества зерна — рациональное применение минеральных удобрений. Они обеспечивают непрерывное улучшение плодородия почвы, повышают урожай, улучшают использование влаги. Эффективность удобрений зависит от почвенно-климатических условий, уровня культуры земледелия, биологических особенностей сорта, способа и срока внесения, вида удобрений и их доз, системы обработки почвы и других факторов.

Основное внесение

Рассмотрим динамику выноса основных элементов минерального питания растениями озимой пшеницы при оптимальных условиях развития. Осенью после посева до прекращения роста растения потребляют сравнительно мало азота, фосфора и калия, но с момента весеннего возобновления вегетации до начала колошения наблюдается активное поглощение основных элементов минерального питания (рис. 9).

Рис. 9. Динамика потребления растениями озимой пшеницы азота (N), фосфора (P) и калия (K) по фазам развития: а — осеннее кущение; б — выход в трубку; в — цветение; г — молочное состояние зерна; д — полная спелость (по Найдину, 1963).



Поглотив до начала колошения более $\frac{2}{3}$ всего необходимого им количества азота, в период цветения растения почти прекращают его потребление. После начала формирования зерна потребность пшеницы в этом элементе снова возрастает, и при нормальных условиях развития в период формирования и налива зерна она использует остальные 25—30 % необходимого ей азота.

Фосфор озимая пшеница усваивает более равномерно: к началу формирования зерна обычно более 80 % необходимого ей количества этого элемента. После начала молочного состояния зерна поступление фосфора в растение прекращается.

Калий активно поглощается до начала колошения. Затем вынос его из почвы резко сокращается, а иногда даже наблюдается процесс обратной диффузии — медленного перехода некоторой его части в почвенный раствор.

Однако такая динамика выноса основных элементов минерального питания наблюдается у озимой пшеницы при оптимальных условиях роста и развития. В полевых условиях растения этой культуры далеко не всегда находят достаточное количество необходимых элементов минерального питания в доступной им подвижной форме. После появления всходов озимой пшеницы зачастую, особенно в годы с теплой и влажной осенью, в почве не хватает подвижных фосфатов, а это отрицательно сказывается на развитии корневой системы и снижает устойчивость растений к низким температурам.

Весной, особенно в годы с длительной прохладной погодой и при уплотнении почвы, задерживаются процессы нитрификации. Содержание нитратов в пахотном слое бывает в 6—7 раз меньше, чем это необходимо для нормального развития растений. Азотное голодание в пе-

риод их активного развития весной и закладки репродуктивных органов приводит к снижению урожая и качества зерна. Азотное голодание наступает также и в тех случаях, когда после выколашивания пшеницы верхние слои почвы (до 40 см) пересыхают. Растения продолжают интенсивно развиваться, используя влагу нижних слоев, но азот из почвы в этот период практически не поступает. Озимая пшеница живет и накапливает урожай за счет азота, поглощенного ранее. Его хватает для поддержания активного фотосинтеза и образования углеводов, но недостаточно для формирования высококачественного зерна. В результате оно становится мучнистым, с низким содержанием белка и клейковины, особенно в годы с недостаточно обильным азотным питанием в предшествующие фазы развития.

В большинстве районов производства товарного зерна озимая пшеница обычно не испытывает значительного калийного голодания. Но если в почву вносят азотные или фосфорные удобрения, усиливаются ростовые процессы, и запасов доступного калия в почве не хватает. Характерный признак калийного голодания — пожелтение и отмирание листьев, которое начинается с верхушки и краев, в то время как при острой нехватке азота желтеет, а затем и отмирает сразу вся листовая пластинка.

Среди основных элементов питания ведущая роль в улучшении качества зерна принадлежит азоту, без применения которого немислимо повышение белковости. Недостаток доступного азота на любом из основных этапов развития растений крайне нежелателен. При азотном голодании листья пшеницы теряют темно-зеленую окраску, содержание хлорофилла в них уменьшается и, следовательно, падает активность фотосинтеза, в результате снижаются урожай и качество зерна. Предотвратить азотное голодание пшеницы в ответственные фазы ее роста можно только внесением удобрений в разные сроки.

Азотные удобрения при предпосевном внесении в почву в необходимых дозах оказывают некоторое положительное влияние на повышение качества зерна озимой пшеницы, в то же время фосфорные и калийные, обеспечивая рост урожайности, как правило, не оказывают никакого влияния на белковость зерна или даже снижают ее. Так, в южной степи Украины (Измаильская опытная

станция) при выращивании озимой пшеницы Безостая 1 с внесением азотного удобрения (N_{40}) по черному пару, после кукурузы на зеленый корм, гороха и кукурузы на силос стекловидность зерна увеличилась на 10 %, после ячменя — на 8 %. При внесении фосфорного удобрения (P_{40}) она снизилась соответственно на 2,14; 10,8 и 4,0 % по сравнению с этими показателями при выращивании озимой пшеницы без внесения удобрений. Калийное удобрение не оказывало существенного влияния на стекловидность зерна. Предпосевное внесение азотных удобрений из расчета N_{40} несколько повысило содержание белка и клейковины в зерне. Так, при выращивании озимой пшеницы по черному пару содержание белка в зерне возросло на 0,48 %, после кукурузы на зеленый корм — на 1,07, после гороха — на 0,44, после кукурузы на силос — на 0,30, после ячменя — на 0,63 %. Незначительно улучшились и другие показатели качества.

В некоторых публикациях приводятся данные о положительном влиянии суперфосфата на белковость зерна пшеницы. На выщелоченном черноземе центральной зоны Краснодарского края выявлено улучшение технологических качеств зерна озимой пшеницы Ранняя 12 и Безостая 1 (стекловидность, содержание и качество клейковины, а также фракционный состав белков) под влиянием суперфосфата (P_{45}). Это, очевидно, связано с положительной ролью фосфора в азотном обмене растений (Вертий, Ветрукова, Волкова, 1970).

Л. П. Воллейдт (1966) в вегетационном опыте изучала одностороннее повышение в удобрении доз фосфора и обнаружила его отрицательное влияние на качество зерна пшеницы, в частности снижалось содержание белка и клейковины.

Для того чтобы существенно увеличить содержание белка и клейковины в зерне, как правило, необходимо вносить повышенные дозы азотных удобрений. Они положительно влияют на качество зерна при выращивании озимой пшеницы после всех предшественников и во всех зонах.

В засушливой степи Украины (Геническая опытная станция) стекловидность, содержание белка и клейковины в зерне существенно возросли при внесении 45 и особенно 90 кг/га азота (табл. 55).

Внесение одних азотных удобрений способствует улучшению технологических качеств зерна, однако не

55. Влияние повышенных доз азотных и фосфорных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по разным предшественникам (Геническая опытная станция, в среднем за 1938—1971 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловид- ность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейко- вины в муке		
<i>Предшественник черный пар</i>						
Без удобрений	41,9	88	12,24	30,6	153	510
N ₄₅	42,4	90	13,12	33,0	170	503
N ₉₀	43,4	92	13,59	34,8	185	510
P ₄₅	40,4	78	12,18	30,1	144	497
P ₉₀	41,3	80	11,80	29,5	128	497
<i>Предшественник озимая пшеница на зеленый корм</i>						
Без удобрений	27,4	70	10,26	21,7	121	485
N ₄₅	33,1	87	11,96	28,3	156	507
N ₉₀	34,7	84	13,01	31,4	160	514
P ₄₅	29,7	72	10,64	23,9	131	490
P ₉₀	29,0	64	10,75	22,2	130	480
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>						
Без удобрений	24,0	66	11,14	25,6	152	494
N ₄₅	28,3	78	11,49	27,0	135	516
N ₉₀	31,4	88	12,79	30,7	154	521
P ₄₅	23,2	74	11,35	26,7	159	501
P ₉₀	23,8	70	11,01	25,8	156	508
<i>Предшественник озимая пшеница</i>						
Без удобрений	16,0	73	10,43	25,5	148	493
N ₄₅	21,2	82	11,50	27,4	146	502
N ₉₀	22,9	94	13,60	31,6	155	520
P ₄₅	17,9	73	10,41	25,3	124	500
P ₉₀	16,0	68	9,88	24,2	137	498

всегда обеспечивает повышение урожайности. Чтобы получать высокие урожаи ценного зерна, необходимо одновременно с азотными вносить фосфорные и калийные туки в оптимальных сочетаниях. В Полесье Украины, по данным Н. А. Федоровой, Н. В. Сокоренко (1971), внесение РК на серых оподзоленных почвах приводило к ухудшению качества зерна озимой пшеницы Мироновская 808: снижались содержание белка и клейковины, объем хлеба и сила муки. Лучшие результаты получены при внесении по 40 кг/га азотных и калийных туков. Эффективность полного минерального удобрения была выше тогда, когда азотных удобрений вносили больше, чем фосфорных и калийных ($N_{60}P_{40}K_{40}$).

В левобережной лесостепи Украины, по данным Дрaбовской опытной станции полеводства (Предко, Шаповал, 1972), при выращивании озимой пшеницы сорта Мироновская 808 по пару, занятому вико-овсяной смесью на сено, наиболее устойчивая прибавка урожайности (5,7 ц/га) получена при внесении по 40 кг/га фосфора и калия. Содержание белка и клейковины в зерне повышалось при совместном применении азотных и фосфорных удобрений. Так же реагировал на их внесение в правобережной лесостепи Украины (Черкасская сельскохозяйственная опытная станция) сорт Мироновская 808 после гороха (Вышинский, Рыбак, Аркуша, 1971).

В северной степи Украины сочетание азотных удобрений с фосфорными и калийными обеспечивало такое же повышение содержания белка и клейковины в зерне, как и полное удобрение. Так, от внесения $N_{60}P_{60}$ содержание белка в зерне сорта Мироновская 808, выращенного по черному пару, увеличилось на 0,59 %, клейковины в муке — на 3,8 %, а от внесения $N_{60}K_{60}$ — соответственно на 0,48 и 4,3 %. Почти такое же улучшение этих показателей качества наблюдалось от $N_{60}P_{60}K_{60}$ (Дуда, Жемела, 1970).

В южной степи Украины на малогумусном тяжело-суглинистом черноземе Измаильской опытной станции содержание белка в зерне и клейковины в муке было всегда выше при совместном применении азотных и калийных удобрений. Несколько меньшее содержание белка при внесении NP и NPK может быть обусловлено или некоторым ингибированием процесса биосинтеза белка фосфором или, что вероятнее, более высоким урожаем зерна на этих вариантах (табл. 56).

56. Влияние минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по разным предшественникам (Измаильская опытная станция, в среднем за 1967—1970 гг.)

Дитательные элементы, 40 кг/га	Урожайность, ц/га	Стекло-видность, %	Содержание, %		Сила муки, е. е.	Объем хле-ба, см ³
			Селка в зерне	клейко-вины в муке		
<i>Предшественник черный пар</i>						
Без удобрений	37,8	78	11,73	32,5	230	469
PK	43,0	74	11,94	31,8	228	458
NP	42,2	82	12,10	33,3	221	468
NK	40,4	87	12,24	34,0	286	480
НРК	43,3	83	11,80	32,6	234	488
<i>Предшественник горох</i>						
Без удобрений	31,2	74	10,82	30,0	184	450
PK	34,6	67	10,61	29,0	162	462
NP	35,4	80	11,20	31,0	152	458
NK	35,0	83	12,04	33,0	190	472
НРК	38,3	78	11,28	30,0	165	475
<i>Предшественник кукуруза на зеленый корм</i>						
Без удобрений	27,1	64	10,30	27,9	175	440
PK	30,3	52	10,21	26,3	175	465
NP	33,0	64	10,63	27,1	175	469
NK	31,0	64	10,92	28,2	176	475
НРК	34,2	58	10,67	27,6	179	475
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>						
Без удобрений	21,9	64	10,80	27,8	192	475
PK	24,8	61	10,49	26,0	132	452
NP	29,7	62	10,78	27,4	153	452
NK	27,5	66	10,92	28,2	179	458
НРК	30,5	58	10,38	27,5	174	450
<i>Предшественник ячмень</i>						
Без удобрений	24,7	66	10,60	28,2	202	472
PK	30,2	68	10,94	28,5	186	465
NP	31,2	68	10,85	28,8	160	470
NK	28,6	78	11,62	30,1	185	469
НРК	32,2	68	10,95	29,0	190	475

Как уже отмечалось, основное влияние на улучшение качества зерна оказывают азотные удобрения, а их во всех вариантах опыта вносили 40 кг/га. Поэтому на тех делянках, где продуктивность озимой пшеницы была выше, на единицу урожая приходилось меньше азота. Вследствие этого белковость зерна была неодинаковой.

В сухой степи Украины (Геническая опытная станция) на солонцеватых каштановых почвах при внесении в равных количествах и различных сочетаниях N, P, K урожай зерна был самым высоким при полном минеральном удобрении, а содержание белка и клейковины несколько ниже, чем при внесении азотного и фосфорного удобрения. Однако в целом влияние внесенных при основной обработке почвы туков на урожай было менее выражено, чем в степи с умеренным количеством осадков. Так, при выращивании озимой пшеницы по черному пару на фоне NP урожайность увеличилась по сравнению с контролем на 0,4 ц/га, содержание белка в зерне — на 0,86 % и клейковины в муке — на 3,1 %, а на фоне NPK — соответственно на 1,8, 0,65 и 1,6. При выращивании после кукурузы на силос урожайность возросла соответственно на 6,1 и 4,7 ц/га, содержание белка на 0,53 и 0,24 %, клейковины на 2,6 и 1,6 %, после озимой пшеницы — соответственно на 6,8 и 7,3; 1,28 и 0,56; 2,6 и 1,0 %. В то же время внесение PK не оказало влияния на урожайность зерна и его качество.

57. Влияние повышенных доз азотных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы Одесская 51*, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978—1980 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлебо, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	45,8	40,2	85	12,76	29,0	262	536
P ₆₀ K ₃₀	49,0	39,5	84	12,88	29,4	253	545
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	51,1	38,9	89	13,52	31,3	291	567
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	53,5	38,4	92	14,56	33,6	328	582
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	53,6	38,3	92	14,64	34,0	315	594

* В 1970, 1971 гг. — Мироновская 803.

В северной степи внесение возрастающих доз азотных туков на фоне РК обеспечивало существенное повышение белковости и других показателей качества зерна при некотором увеличении урожайности (табл. 57).

В этом опыте особенно четко прослеживается закономерность, что на высоком агрофоне при внесении азотных удобрений возрастают урожай и качество зерна, то есть в этом случае наблюдается прямая зависимость урожайности и качества зерна, причем рост урожайности на фоне $P_{60}K_{30}$ установлен при повышении дозы азота до 90 кг. Доза азота 120 кг/га в полном удобрении не имела особых преимуществ ни в улучшении качества зерна, ни в увеличении урожайности по сравнению с $N_{90}P_{60}K_{30}$.

В зоне с избыточным увлажнением (Горьковская область) дозы азотных удобрений более 90 кг/га при основном внесении даже снижают урожай. Содержание белка и клейковины повышается, но уменьшается крупность зерна (табл. 58).

58. Влияние азотных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы (по Коданеву, 1976)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Нагура зер- на, г	Содержание, %		Сила муки, с. а.	Объем хле- ба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке		
$P_{60}K_{60}$	39,6	40,1	795	13,1	28,6	301	542
$N_{60}P_{60}K_{60}$	42,0	40,0	792	13,5	30,0	265	552
$N_{90}P_{60}K_{60}$	44,4	39,1	785	14,4	32,9	297	550
$N_{120}P_{60}K_{60}$	44,5	39,0	782	14,1	33,3	347	545
$N_{60}P_{120}K_{60}$	41,0	40,4	793	13,6	30,5	287	543
$N_{120}P_{120}K_{60}$	41,6	39,0	777	14,5	33,5	337	543
$N_{180}P_{120}K_{60}$	40,4	37,2	777	15,5	36,5	345	550
$N_{240}P_{120}K_{90}$	40,1	37,7	773	15,9	36,6	378	564

В опытах, проведенных в 1972—1974 гг. в опытном хозяйстве ВНИИ кукурузы, четко проявилась сортовая реакция на внесение азотных удобрений (табл. 59).

Наибольшей отзывчивостью отличаются сорта Днепро-
вская 521, Кавказ и Одесская 51. Четко проявлялась отмечаемая ранее закономерность, что увеличение доз азота в районах северной степи более 90 кг

59. Отзывчивость сортов озимой пшеницы, выращенной по черному пару, на внесение возрастающих доз азотных удобрений (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1972—1974 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		Сбор белка, кг/га	Сила муки, е. а.	Объем хл- ба, см ³
			белка в зерне	клейко- вины в муке			
<i>Мироновская 808</i>							
Без удобрений	40,8	41,6	12,30	31,1	502	237	547
P ₆₀ K ₃₀	43,4	41,4	12,09	31,6	525	263	550
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	44,3	41,2	12,85	32,8	569	285	567
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	46,1	40,4	13,32	33,9	614	316	600
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	45,7	40,4	13,76	34,7	629	315	613
<i>Безостая 1</i>							
Без удобрений	37,6	40,1	12,45	30,5	468	304	550
P ₆₀ K ₃₀	39,9	40,6	12,45	30,9	497	292	540
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	41,1	40,3	13,02	32,1	535	322	567
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	44,1	39,3	13,66	33,7	602	316	587
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	44,3	39,5	13,43	33,3	595	336	587
<i>Днепровская 521</i>							
Без удобрений	49,2	39,8	11,35	28,4	558	236	523
P ₆₀ K ₃₀	51,1	42,0	11,34	29,3	579	227	537
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	53,1	40,1	12,16	31,3	646	255	550
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	57,6	40,0	13,17	33,8	759	294	570
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	58,0	38,2	12,78	33,7	741	290	573
<i>Кавказ</i>							
Без удобрений	42,9	40,7	11,87	29,3	509	194	510
P ₆₀ K ₃₀	45,8	41,9	11,76	28,8	539	198	510
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	46,8	41,9	12,74	31,4	596	231	527
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	51,6	40,3	13,89	34,7	717	260	543
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	52,5	40,1	13,53	34,6	710	247	548
<i>Одесская 51</i>							
Без удобрений	43,8	39,8	12,73	31,4	558	287	580
P ₆₀ K ₃₀	46,1	39,0	12,81	31,0	590	276	573
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	47,7	39,2	13,32	33,0	635	324	597
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	51,7	38,9	14,18	34,5	733	368	620
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	52,4	38,5	14,23	34,7	746	334	617

обеспечивает очень незначительный прирост урожая. При внесении высоких доз азотных удобрений снижается масса 1000 зерен всех сортов, но особенно Днепровской 521 и Кавказа. Меньше всего снижался этот показатель у сорта Одесская 51.

Наибольший интерес представляет изучение сортовой реакции в накоплении белков под влиянием возрастающих доз азотных удобрений. Как видно из приведенных данных (табл. 59), у всех сортов увеличивалась белковость зерна по мере внесения возрастающих доз азотных удобрений. Но наиболее сильная реакция, особенно на повышенные дозы, наблюдалась у сортов Днепровская 521 и Кавказ. Они же отличались наивысшим приростом сбора белка с гектара, однако максимальное его количество получено от сорта Одесская 51. Наилучшей отзывчивостью в формировании силы муки под влиянием возрастающих доз азотных удобрений также характеризовался этот сорт. Внесение азота более 90 кг/га не обеспечивало ни у одного сорта дальнейшего прироста силы муки.

Улучшались хлебопекарные свойства муки всех сортов при внесении возрастающих доз азотных туков, но не более чем N_{90} . Самый высокий объем хлеба был у Одесской 51.

В южной степи Украины, как правило, при выращивании озимой пшеницы по черному пару прирост урожайности заканчивается от внесения N_{45} . Дальнейшее увеличение доз азотных туков способствует только улучшению качества зерна. Так, на Генической опытной станции в среднем за 1968—1971 гг. при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ и $N_{90}P_{45}K_{45}$ урожайность составила 43,7 ц/га, а содержание белка соответственно равнялось 12,87 и 13,60 %, клейковины в муке — 32,2 и 34,2 %.

Повышенные дозы азотных туков эффективно влияют как на урожайность, так и на качество зерна при выращивании озимой пшеницы по занятым парам. Так, в условиях Генической опытной станции при внесении N_{90} в сочетании с фосфорными и калийными удобрениями ($P_{45}K_{45}$) стекловидность зерна увеличилась на 10 %, содержание белка в зерне — на 1,37, клейковины в муке — на 6 % по сравнению с $N_{45}P_{45}K_{45}$. Внесение небольшой дозы азотного удобрения в этом сочетании ($N_{45}P_{45}K_{45}$) повышало стекловидность только на 8 %, содержание белка — на 0,77, клейковины — на 2,8 % по

сравнению с $P_{45}K_{45}$. Объясняется это тем, что в первом случае прирост урожайности составил 2,3 ц/га, во втором — 5,2 ц/га. Увеличение дозы фосфорного удобрения до P_{90} снизило урожайность на 3,2 ц/га по сравнению с $N_{90}P_{45}K_{45}$.

Для получения зерна озимой пшеницы высокого качества при выращивании после кукурузы на силос необходимо вносить под основную обработку почвы азотные удобрения в повышенных дозах. Так, в опытном хозяйстве ВНИИ кукурузы $N_{45}P_{60}K_{30}$ увеличили урожайность на 6,6 ц/га по сравнению с $P_{60}K_{30}$, содержание белка и клейковины — соответственно на 0,72 и 2,3 %. Удвоение дозы азота ($N_{90}P_{60}K_{30}$) наряду с ростом урожайности на 6,7 ц/га обеспечило улучшение качества зерна до уровня ценных пшениц. Дальнейшее увеличение дозы азота до 120 кг/га не способствовало дополнительному приросту урожая и улучшению качества зерна (табл. 60).

60. Влияние возрастающих доз азотных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы Одесская 51*, выращенной после кукурузы на силос (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974**, 1978—1980 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловид- ность, %	Содержание, %		Сила муки, с.а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейко- вины в муке		
Без удобрений	33,0	40,7	73	11,57	24,8	191	532
$P_{60}K_{30}$	35,9	42,0	71	11,18	24,7	208	534
$N_{45}P_{60}K_{30}$	42,5	41,5	82	11,90	27,0	221	547
$N_{90}P_{60}K_{30}$	49,2	40,3	89	12,71	30,1	270	573
$N_{120}P_{60}K_{30}$	49,7	40,1	91	12,96	30,7	266	571

* В 1970 и 1971 г. — Мироновская 808.
** Без данных за 1972 г.

В южной степи Украины внесение повышенных доз азотных удобрений обеспечивало существенный прирост урожая озимой пшеницы после кукурузы на силос, но меньше сказывалось на качестве зерна. Так, в условиях Генической опытной станции при внесении N_{90} совместно с $P_{45}K_{45}$ урожай увеличился на 4,4 ц/га, или на 15 %, а содержание белка в зерне — на 1,08 % в абсолютных числах, или на 9 % в относительных по сравнению с

уровнем на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$. Аналогичные результаты получены в условиях Измаильской опытной станции.

После стерневых предшественников без внесения азотного удобрения или с внесением его в небольшой дозе, как правило, формируется низкокачественное зерно озимой пшеницы. Увеличение дозы способствует получению более высококачественного зерна. Например, в северной степи Украины при внесении $N_{45}P_{60}K_{50}$ (предшественник озимая пшеница) содержание белка в зерне увеличилось на 0,77 %, клейковины в муке — на 2,2 %, сила муки — на 15 е. а., объем хлеба — на 22 см³; при внесении $N_{90}P_{60}K_{50}$ — соответственно на 1,98, 5,5, 26, 41 по сравнению с уровнем, полученным при $P_{60}K_{50}$ (табл. 61).

61. Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы при повторном выращивании по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1968—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	24,2	770	87	12,60	30,1	233	549
$P_{60}K_{50}$	28,2	768	82	11,88	26,6	225	536
$N_{45}P_{60}$	33,0	771	82	12,58	27,8	231	549
$N_{45}K_{50}$	30,0	768	92	13,54	31,4	277	569
$N_{45}P_{60}K_{50}$	34,3	761	83	12,65	28,8	240	558
$N_{90}P_{60}K_{50}$	35,8	766	90	13,86	32,1	251	577

В южной степи Украины азотные удобрения в повышенных дозах, внесенные при основной обработке почвы, также способствовали улучшению качества зерна, но даже при внесении N_{90} оно не достигало уровня сильных пшениц. Так, в условиях Генической опытной станции $N_{45}P_{45}K_{45}$ повысили стекловидность зерна на 8 %, содержание белка в зерне — только на 0,38 %, количество клейковины осталось неизменным, сила муки возросла на 7 е. а., объем хлеба — на 14 см³. При $N_{90}P_{45}K_{45}$ эти показатели соответственно увеличились на 14; 2,16; 4,5; 38 и 29. Но, несмотря на существенный прирост белковости зерна (на 2,16 %) в варианте N_{90} , уровень его качества остался недостаточно высоким.

Такая же закономерность наблюдалась при выращивании озимой пшеницы после ячменя. (табл. 62).

62. Влияние повышенных доз азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной после ячменя (Измаильская опытная станция, в среднем за 1967—1970 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	24,7	805	66	10,60	28,2	202	472
P ₄₀ K ₄₀	30,2	805	68	10,94	28,5	186	465
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	32,2	809	68	10,95	29,0	190	475
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	34,3	811	78	11,46	29,3	185	465
N ₄₀ P ₈₀ K ₄₀	34,2	810	68	10,93	28,9	170	458

Опытные данные свидетельствуют о том, что азотные удобрения, внесенные перед севом озимой пшеницы при выращивании после стерневых предшественников, в основном используются растениями на увеличение урожайности, в меньшей степени — на повышение качества зерна. Например, в опытном хозяйстве ВНИИ кукурузы урожай зерна от внесения повышенной дозы в трехкомпонентном сочетании (N₉₀P₆₀K₅₀) увеличился на 25 %, содержание белка — на 16 и клейковины — на 18 %; на Генической опытной станции от применения N₉₀P₄₅K₄₅ — соответственно на 66, 20 и 17; на Измаильской опытной станции от применения N₈₀P₄₀K₄₀ — на 14,5 и 3 % по сравнению с внесением только фосфорных и калийных удобрений.

Широкое варьирование содержания белка и клейковины в зерне, стекловидности, силы муки, объема хлеба и других показателей качества — следствие неодинаковой обеспеченности растений озимой пшеницы азотом в течение всего периода вегетации. Чтобы получать стабильно хорошее качество зерна при высокой урожайности, необходимо создать такие условия жизнедеятельности растений, которые позволяли бы обеспечить на самом оптимальном уровне все процессы превращения энергии и обмена веществ в растительном организме на протяжении всей его вегетации. Как отмечает Т. Н. Кулаковская (1976), задача заключается в обеспечении непрерыв-

ного процесса образования органического вещества, исключении даже кратковременных «простоев» в жизнедеятельности как фитоценоза в целом, так и каждого растительного организма в отдельности. Последнее возможно при условии полной гармонии между потребностями растений и внешними условиями их роста и развития. Полнее всего растительный организм раскрывает свои потенциальные возможности при благоприятных условиях внешней среды, прежде всего, при оптимальных режимах питания и обеспеченности водой. Поэтому необходимо отчетливо представлять требуемый уровень минерального питания для получения максимального урожая сильных пшениц и знать особенности формирования качества зерна и его взаимосвязь с урожайностью.

Изучение зависимости между уровнем урожайности озимой пшеницы и применением азотных удобрений на фоне фосфорных и калийных показало, что для получения по черному пару более 40 ц/га зерна при стандартной белковости (14 %) необходимо внести N_{90-100} , а после кукурузы на силос — $N_{100-120}$. Потребность в фосфорных удобрениях значительно ниже, чем в азотных. Как по черному пару, так и после кукурузы на силос оптимальная доза фосфорных удобрений под озимую пшеницу 45 кг/га действующего вещества. Увеличение доз фосфорных удобрений приводило в опытах к снижению и урожая и белковости зерна (рис. 10).

Потребность во внесении повышенных доз азотных удобрений обусловлена высоким выносом азота из почвы, превышающим в 3—4 раза и более вынос фосфора (табл. 63).

С увеличением доз азотных удобрений существенно возрастал вынос азота надземной биомассой озимой пшеницы, выращенной по черному пару. Во всех вариантах (даже при внесении 120 кг/га азота) он существенно превышал поступление в почву. Особенно резко увеличивался расход калия, хотя доза его внесения во всех вариантах была одинаковой. Максимальный дополнительный вынос калия при внесении удобрений составил у Безостой 1 — 34,5 кг/га, у Одесской 51—58,8 кг/га. Потребление фосфора при этом увеличивалось незначительно.

Аналогичные данные получены в опыте с возрастающими дозами азота на фоне $P_{60}K_{30}$ при посеве озимой

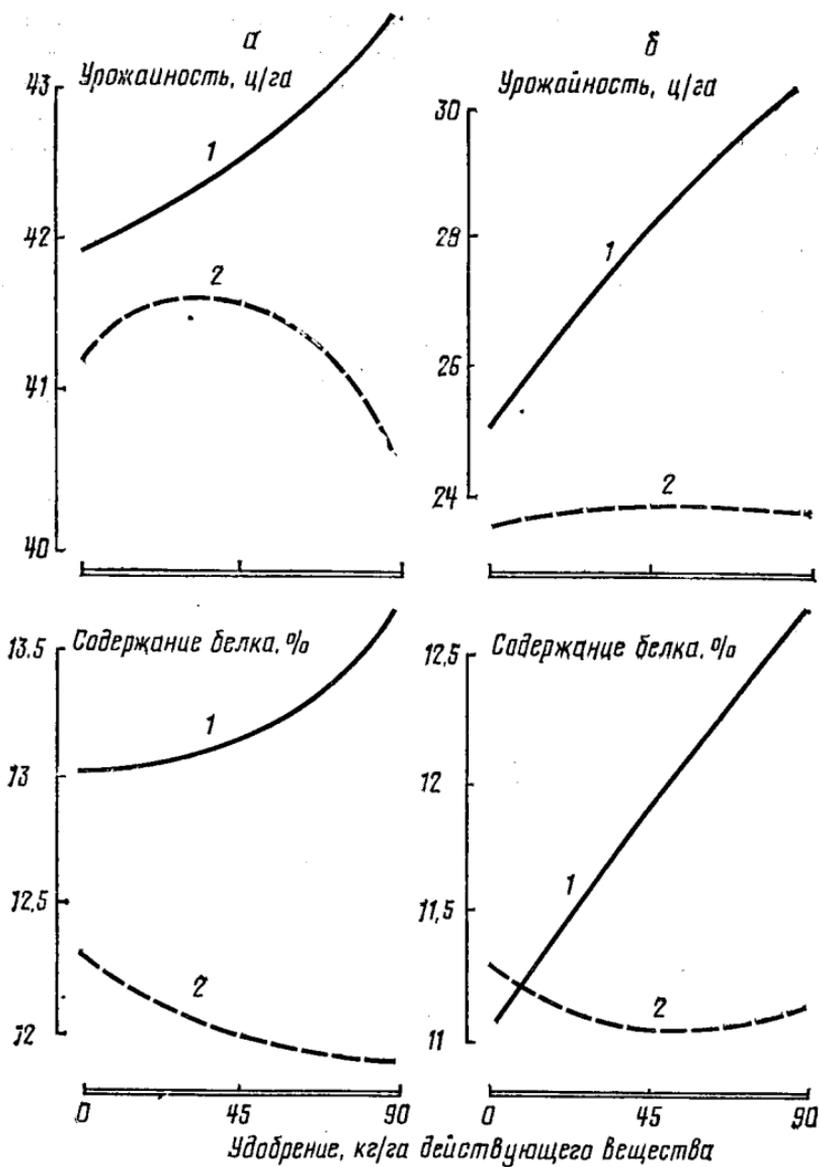


Рис. 10. Функциональная зависимость между урожайностью и белковостью зерна в зависимости от азотных (1) и фосфорных (2) удобрений:
 а — по черному пару; б — после кукурузы на силос.

63. Вынос азота, фосфора и калия урожаем озимой пшеницы, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Вынос всем урожаем, кг/га		
	зерна	соломы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Безостая 1</i>					
Без удобрений	42,5	65,4	128,8	42,7	94,5
P ₆₀ K ₃₀	45,3	71,3	136,7	46,2	104,2
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	46,9	76,6	150,7	47,9	110,6
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	49,6	85,3	167,9	51,4	119,9
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	50,1	90,2	170,2	52,6	129,0
<i>Одесская 51 *</i>					
Без удобрений	45,4	59,0	130,0	32,8	88,4
P ₆₀ K ₃₀	48,7	63,3	138,1	38,3	111,8
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	50,6	70,8	158,8	40,2	136,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	53,3	80,0	186,6	42,9	147,4
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	53,6	85,8	211,1	43,0	147,2

* В 1970 и 1971 гг. — Мироновская 808.

пшеницы после кукурузы на силос. Но в этом случае вынос азота был меньше, чем по черному пару. Максимальный прирост его выноса составил у Безостой 1 76,4 кг/га, у Одесской 51—67,6 кг/га (табл. 64).

Обобщение опубликованных данных и экспериментального материала позволяет сделать заключение, что при основном внесении лучшее качество зерна озимой пшеницы и высокая урожайность формируются при оптимальном соотношении внесенных в почву азотных, фосфорных и калийных удобрений. В степной зоне лучшие результаты бывают тогда, когда доза азотных удобрений по действующему веществу в 2—3 раза превышает дозу фосфорных и калийных удобрений. Но, как правило, при выращивании по черному пару неустойчивых к полеганию сортов озимой пшеницы нецелесообразно осенью вносить более 60 кг/га азота, а по занятым парам и непаровым предшественникам — более 90 кг/га.

При увеличении доз азота растения располагают большим запасом азотистых веществ в листьях, что соз-

64. Вынос азота, фосфора и калия урожаем озимой пшеницы, выращенной после кукурузы на силос (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974 *, 1978, 1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Вынос всем урожаем, кг/га		
	зерна	соломы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Безостая 1</i>					
Без удобрений	31,6	34,8	77,9	30,4	69,1
P ₆₀ K ₃₀	33,6	37,0	79,9	32,8	69,0
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	39,8	47,8	99,3	39,7	96,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	45,0	58,5	137,7	39,4	108,5
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	45,4	63,6	154,3	42,1	109,2
<i>Одесская 51 **</i>					
Без удобрений	32,8	39,4	85,1	31,9	60,3
P ₆₀ K ₃₀	36,1	43,3	90,3	33,9	68,4
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	41,8	54,3	114,0	38,7	90,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	47,8	66,9	141,1	42,4	91,9
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	48,7	73,0	152,9	43,9	129,0

* Без данных за 1972 г.
 ** В 1970 и 1971 гг. — Мироновская 808.

дает лучшие условия для синтеза белков в зерне озимой пшеницы (табл. 65).

Синтез белка в зерне происходит под влиянием реутилизации накопленных в вегетативных органах азотистых веществ и вновь поступившего азота. Поступление азота в зерно из вегетативных органов зависит от условий погоды и обеспеченности почвы этим элементом питания. В годы с обильным увлажнением почвы на всем протяжении периода вегетации озимой пшеницы (1978 г.) резко снижается количество реутилизованного азота на фосфорно-калийном фоне, а при выращивании после кукурузы на силос — и на фоне невысокой дозы азотного удобрения.

При внесении под озимую пшеницу возрастающих доз азотных удобрений увеличивается содержание белка в зерне за счет реутилизации азота и более интенсивного его поступления из почвы в период от колошения до полной спелости зерна. В годы с резкой почвенной и воздушной засухой в период формирования, налива и созре-

65. Содержание азота (%) в листьях озимой пшеницы во время колошения в зависимости от удобрённости поля (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.)

Вариант опыта	Безостая 1		Одесская 51*	
	все листья	2 верхних листа	все листья	2 верхних листа
<i>Предшественник черный пар</i>				
Без удобрений	3,26	3,58	3,14	3,54
P ₆₀ K ₃₀	3,10	3,43	3,15	3,61
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	3,24	3,80	3,33	3,80
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	3,41	3,86	3,37	3,87
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	3,54	4,01	3,34	3,86
<i>Предшественник кукуруза на силос**</i>				
Без удобрений	2,49	2,93	2,41	2,83
P ₆₀ K ₃₀	2,65	3,02	2,35	2,67
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	2,78	3,14	2,55	3,10
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	3,00	3,46	2,75	3,49
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	3,16	3,68	2,92	3,67

* В 1970 и 1971 гг. — Мироновская 808.
** Без данных за 1972 г.

вания зерна (1979 г.) основным источником поступления азота в зерно (более 90 %, а после кукурузы на силос практически все 100 %) служит вегетативная масса. В обычные годы (1980 г.) так же, как и во влажные, накопление азота в зерне увеличивается как в результате более интенсивной реутилизации, так и за счет более активного его поступления из почвы в период от колошения до созревания (табл. 66).

На уровень реутилизации азота оказывают также влияние генетические особенности сорта. Исследованиями, проведенными во ВСГИ, установлено, что в контрольных растениях сорта Одесская 51 из вегетативной массы в колосья поступала только половина азота, что подтверждает мнение о пластичности этого сорта и способности его лучше, чем Кавказ, использовать естественное плодородие почвы. Удобрения увеличили реутилизацию азота у сорта Одесская 51, а у сорта Кавказ — резко снизили по сравнению с контролем. Увеличение количества белка в зерне и прибавки урожая этого сор-

...66. Характеристика уровня реутилизации азота в растениях озимой пшеницы Одесская 51 и его поступления в зависимости от условий выращивания (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Вариант опыта	Реутилизировано азота из вегетативных органов растения, %			Поступило азота в зерно одного колоса, г		
	1978 г.	1979 г.	1980 г.	1978 г.	1979 г.	1980 г.
<i>Предшественник черный пар</i>						
Без удобрений	96,4	92,9	76,5	2,99	1,23	1,51
P ₆₀ K ₃₀	79,0	91,5	74,2	2,37	1,75	0,95
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	80,4	90,5	78,4	2,91	2,00	2,03
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	93,2	94,3	85,9	3,52	2,71	2,99
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	93,1	95,5	88,4	3,23	2,74	2,93
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>						
Без удобрений	71,1	97,1	68,5	1,38	0,95	0,94
P ₆₀ K ₃₀	47,2	97,7	78,8	1,40	0,98	1,28
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	58,5	97,0	84,1	1,63	1,40	1,71
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	78,0	94,0	92,0	2,43	1,61	2,06
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	84,5	95,4	92,7	3,35	1,71	1,98

та объясняются дополнительным поступлением азота из почвы (Яценко, Гармашов, Тоня, Сарафанюк, 1979).

Эти два источника снабжения растений азотом взаимно связаны, но не равноценны. Из почвы в этот период азот поступает в зерно в основном в минеральной форме, а из вегетативной массы — преимущественно в органической (Мосолов, 1975). При достаточном количестве подвижного азота и влаги в почве в период налива зерна решающая роль в снабжении зерна азотом будет принадлежать корневой системе, а при недостатке азота и влаги в почве азот в зерно будет поступать в основном из стареющих вегетативных органов растения (Мосолова, 1970).

Поступление и распределение азота в растениях зависит не только от внутренних, но и от внешних факторов. Большое влияние на эти процессы оказывают температура и влажность как воздуха, так и почвы. Высокая температура воздуха с пониженной влажностью усиливает поступление азота в растение, что обуславливается повышенной транспирацией в этих условиях (Павлов, Лобанова, Колесник, 1971). Снижение влажности почвы до 35 % полевой влагоемкости сопровождается

ослаблением поступления азота в растения, при этом наблюдается задержка поступившего азота в стеблях, что связано с депрессией образования высокоэнергетических соединений (Ткачук и др., 1975).

Нашими исследованиями установлено, что увеличение дозы азота от N_{60} до N_{120} как при выращивании озимой пшеницы по черному пару, так и после кукурузы на силос обуславливает интенсификацию процессов биосинтеза белка без прироста урожая, за исключением лет с достаточным увлажнением почвы и воздуха (1974, 1978 гг.). Так, в острозасушливом 1979 г. при выращивании озимой пшеницы после кукурузы на силос при внесении высоких доз азотного удобрения (N_{120}) по черному пару большая часть усвоенного азота использовалась на синтез белка, меньшая — на формирование урожая (табл. 67).

Условия выращивания оказывают значительное влияние на использование азота растениями озимой пшеницы. В связи с этим оптимальная доза азотных туков, обеспечивающая повышение урожайности и формирование высококачественного зерна, варьирует под влиянием различных факторов. Однако при анализе большого количества данных можно получить информацию о характере изменчивости урожая и качества зерна озимой пшеницы под влиянием возрастающих доз азота. С этой целью во ВСГИ были обработаны результаты 472 опытов, проведенных в 1960—1968 гг. в Одесской, Николаевской, Херсонской, Ворошиловградской, Крымской, Кировоградской, Днепропетровской областях Украины и в Молдавии. При изучении образцов зерна из этих опытов в лаборатории качества зерна ВСГИ было выполнено более 10 тысяч анализов. Полученный материал обрабатывался следующим образом. Все опыты были разбиты на группы, в которых объединялись результаты экспериментов с внесением следующих доз азота: I группа — менее 20 кг/га (в основном 20 кг/га и только в небольшом количестве опытов вносили 15 кг/га); II группа — от 21 до 40 кг/га (в основном 30 кг/га); III группа — от 41 до 70 кг/га (в основном 60 кг/га); IV группа — от 71 до 100 кг/га (в основном 90 кг/га); V группа — более 100 кг/га (в основном 120 кг/га).

В каждой группе опытов вариант с внесением удобрений сравнивался со своим контролем, в качестве которого обычно служил вариант без удобрений или фон — РК.

67. Использование и распределение азота удобрений на формирование урожая и синтез белка в зерне озимой пшеницы Безостая 1 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Доза азота на фоне $P_{60}K_{30}$, кг	Коэффициент использования N из удобрения, %		Распределение азота, %				Содержание белка в зерне, %	
			на формированные урожаи		на синтез белка			
	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>1970 г.</i>								
45	34,7	27,8	50,4	86,0	49,6	14,0	12,1	10,7
90	19,7	32,4	35,0	47,2	65,0	52,8	12,7	12,5
120	25,4	32,5	36,7	46,4	63,3	53,6	12,9	12,6
<i>1971 г.</i>								
45	19,8	48,2	55,6	40,5	44,4	59,5	13,1	11,8
90	21,0	33,8	46,2	33,4	53,8	66,6	13,5	12,1
120	28,2	37,3	42,6	30,3	57,4	69,7	14,4	12,9
<i>1973 г.</i>								
45	21,3	31,6	60,1	55,1	39,9	44,9	12,3	12,9
90	28,4	41,1	40,8	49,2	59,2	50,8	13,2	13,5
120	21,3	34,0	38,8	44,7	61,2	55,3	12,9	13,2
<i>1974 г.</i>								
45	53,6	53,8	34,5	40,2	65,5	59,8	12,5	11,0
90	63,9	52,6	37,9	36,3	62,1	63,7	13,3	11,9
120	49,0	46,8	34,9	36,1	65,1	63,9	12,9	12,2
<i>1978 г.</i>								
45	58,7	142,0	17,2	29,3	82,8	70,7	15,8	13,4
90	75,4	191,4	20,8	32,1	79,2	67,9	16,0	15,9
120	54,4	167,5	26,8	40,9	73,2	59,1	16,4	15,8
<i>1979 г.</i>								
45	49,8	21,8	45,2	17,4	54,8	82,6	13,4	10,4
90	47,4	34,6	34,8	21,4	65,2	78,8	14,0	11,9
120	28,7	31,7	11,8	15,5	88,2	84,5	14,1	12,6

Примечание. 1 — предшественник черный пар; 2 — предшественник кукуруза на силос.

Результаты анализов обрабатывались парным методом. Так как абсолютные величины показателей качества зерна на контрольных вариантах сильно варьировали, более полную информацию о влиянии азотных туков можно было получить, выразив различия в процентах к контролю (табл. 68).

68. Влияние азота, внесенного осенью в различных дозах, на качество зерна озимой пшеницы (среднее по 472 опытам)

Доза азота, кг/га	Отклонение от контроля, %					
	урожай- ность	масса 1000 зерен	стекло- видность	содержа- ние клей- ковины	сила муки	объем хлеба
До 20	8,1	1,0	-2,8	-2,3	-0,8	-1,3
21—40	15,4	0,7	0	2,6	3,6	-1,6
41—70	22,3	0,2	9,2	7,9	14,1	0,6
71—100	23,8	-1,7	37,1	16,4	14,2	1,6
Более 100.	24,3	-0,7	88,0	29,5	28,0	6,0

В результате такого анализа достаточно четко прослеживается следующая закономерность. При очень низких дозах азота (20 кг/га) растет урожай, но качество зерна озимой пшеницы не улучшается, даже отмечается тенденция к некоторому его снижению. При внесении 21—40 кг/га азота урожай увеличивается на 15 %, качество зерна меняется незначительно. И только при дозах около 60 кг/га отмечается повышение не только урожая, но и качества зерна. При дальнейшем увеличении доз азота урожайность растет не очень значительно, но существенно улучшаются показатели качества.

Характерно, что при однократном осеннем внесении высоких доз азота во влажные годы отмечалось значительное полегание или осеннее израстание растений, снижение их морозостойкости, рост поражения болезнями, а в засушливые годы — запас или захват зерна. Поэтому в большинстве районов возделывания озимой пшеницы при основной обработке почвы целесообразно вносить умеренное количество азота (N₄₀₋₆₀). Для получения высококачественного зерна необходимо осуществлять дробное внесение азота на фоне основного достаточного фосфорно-калийного удобрения. При основной

обработке обычно вносят от $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ всей нормы азота, необходимого для оптимального питания растений, а остальная доля поступает в виде подкормок в период вегетации.

Корневые подкормки

Применяются следующие способы подкормок — внесение твердых туков на посевы, прикорневые подкормки с помощью дисковых орудий, некорневые — растворами удобрений. На орошаемых участках применяются также подкормки в период вегетации при помощи растворенных туков в поливной воде.

Многочисленными исследованиями установлено, что для подкормки озимой пшеницы можно использовать все формы азотных удобрений: аммиачную селитру, мочевины, сульфат аммония и другие, а также комплексные удобрения. Эффективность последних равна эффективности применения простых туков, эквивалентных по НРК (Власюк, Балабайко, 1969; Балабайко, 1970; Коданев, Соболева, Шибаев, Матвеев, 1970).

Осенние подкормки. Многолетние опыты научно-исследовательских учреждений свидетельствуют, что осенние подкормки положительно влияют на урожайность. В степи Украины на обыкновенных черноземах опытные станции ВНИИ кукурузы изучали эффективность осенних подкормок озимой пшеницы минеральными удобрениями. На обыкновенном глубоком черноземе Красноградской опытной станции в среднем за 1966—1969 гг. урожайность озимой пшеницы Мироновская 808 после непаровых предшественников от осенней подкормки полным минеральным удобрением увеличилась на 3,6 ц/га, а одним фосфорным — на 2,2 ц/га.

На обыкновенном неглубоком черноземе Измаильской опытной станции наиболее эффективным при осенней подкормке озимой пшеницы было азотное удобрение. Согласно средним многолетним данным (1959—1967 гг.), внесение азотного удобрения (N_{45-60}) осенью увеличило урожайность на 3,3 ц/га. Наблюдения за перемещением нитратов в почве показали, что их вымывание в нижние слои здесь незначительное.

Измаильская опытная станция установила также эффективность разных доз азотной подкормки. Наиболее целесообразными здесь оказались 30—45 кг/га азота.

В среднем за 3 года урожайность зерна озимой пшеницы после кукурузы на силос увеличилась на 1,1—1,7 ц/га, а в благоприятные годы — на 2,6—3,4 ц/га.

Осенние подкормки не только повышают урожайность, но и оказывают положительное влияние на качество зерна. На обыкновенном неглубоком черноземе Измаильской опытной станции от осенней подкормки озимой пшеницы Безостая 1 несколько улучшилось качество зерна при ее выращивании по черному пару, после гороха, кукурузы на силос и ячменя. Так, при посеве озимой пшеницы по черному пару от осенней подкормки азотными и калийными удобрениями в среднем за 3 года увеличились стекловидность зерна на 6 %, содержание белка в зерне на 0,47, клейковины в муке на 2,2 %, сила муки на 48 е. а., объем хлеба на 29 см³. При возделывании озимой пшеницы после гороха наиболее высокие прибавки урожая и лучшие данные по комплексу показателей качества получены от подкормки полным минеральным удобрением (N₃₀P₃₀K₃₀). Так, урожайность зерна возросла на 5 ц/га, стекловидность зерна — на 8 %, содержание белка в зерне повысилось на 1,06 и клейковины в муке — на 2,5 %, сила муки — на 73 е. а.

Весенние подкормки. Они способствуют более быстрому отрастанию растений озимой пшеницы после перезимовки, что в большинстве случаев положительно влияет на увеличение урожая, особенно в годы с длинной, влажной и прохладной весной. Весенние подкормки также активизируют физиологические процессы, протекающие в растениях, что ускоряет кушение, развитие колоса и налив зерна. Все это способствует получению большего урожая зерна лучшего качества.

Результаты опытов, полученные в НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны (Шибяев, Иоселев, 1967), свидетельствуют, что больше белка и клейковины было в 1963 г. (год достаточно влажный и теплый). Содержание белка в зерне повысилось при весенней подкормке азотом (N₈₀) на фоне P₁₀₀K₁₀₀ на 2,1 %, клейковины в муке — на 3,5 %. Заметное влияние на качество зерна озимой пшеницы Пшенично-пырейный гибрид 186 оказали азотные удобрения в очень сухом 1964 г. Прибавка белка в зерне на делянках с азотными подкормками достигала 3,3 %, а содержание клейковины в муке повысилось на 11,6 %. В этих опытах объем хлеба и его качество под влиянием азотных удобрений также воз-

росли, но незначительно и не во всех случаях. В среднем за 4 года разница объема хлеба между контрольными и лучшими делянками с азотными удобрениями не превышала 15—35 см³.

Эффективность весенней подкормки на качество зерна зависит от предшественника. Например, в зоне достаточного увлажнения (западные области Украины) при посеве озимой пшеницы после эспарцета весенняя подкормка полным минеральным удобрением ($N_{30}P_{30}K_{30}$), а также азотным (N_{30}) несколько увеличила содержание белка, клейковины в зерне и улучшила его качество, а при посеве после кукурузы в молочно-восковой спелости весенняя подкормка не оказала положительного влияния (Ломницкий, 1969).

В левобережной лесостепи Украины на Драбовской сельскохозяйственной станции полеводства Украинского НИИ земледелия внесение азотных удобрений (N_{20}) весной в подкормку озимой пшеницы, размещенной после гороха, не повысило урожай зерна, но увеличило содержание в нем белка на 0,6 %, клейковины — на 2,1 %, силу муки — на 64 е. а. При посеве кукурузы в молочно-восковой спелости азотная подкормка (N_{30}) увеличила урожайность на 3,2 ц/га, содержание белка — на 1,7 %, клейковины — на 4,1 %, силу муки — на 55 е. а. (Самолевский, Бойко, 1970).

В условиях Северного Кавказа опыты зерноградской государственной селекционной станции Донского НИИСХ показали, что осенняя и ранневесенняя азотные подкормки значительно повышали урожай озимой пшеницы, но влияние их на качество зерна было невелико. Дополнительная подкормка при колошении слабо отражалась на урожае, но резко улучшала качество зерна (Гриценко, 1965; Калининко, 1971). Аналогичные данные получены в Горьковском СХИ (Коданев, Соболева, Масловский, 1972) и Белоцерковском СХИ (Рябчук, Ляшинский, 1974).

В степи Украины эффективность весенних подкормок зависит от предшественника озимой пшеницы. Например, на Измаильской опытной станции урожай сорта Безостая 1 по черному пару в среднем за 3 года при весенней подкормке азотными удобрениями как при самостоятельном, так и при совместном применении с фосфорными и калийными туками увеличился на 2,2—3,7 ц/га, после гороха — на 0,5—2,5, после кукурузы на

зеленый корм — на 1,4—3,1, после кукурузы на силос — на 3,1—5,0 и после ячменя — на 1,7—3,3 ц/га.

Под влиянием весенних подкормок несколько улучшилось качество зерна. Например, при выращивании озимой пшеницы по черному пару от весенней подкормки азотными удобрениями (N_{30}) стекловидность зерна увеличилась на 7 %, содержание клейковины возросло на 1,8 %, объем хлеба повысился на 20 см³. Подкормка азотными и калийными удобрениями способствовала увеличению содержания белка в зерне на 0,44 %, клейковины — на 1,5 %, силы муки — на 54 е. а. При выращивании озимой пшеницы после гороха, кукурузы на зеленый корм, ячменя весенняя подкормка в ряде случаев практически не улучшала качества зерна. После кукурузы на силос от весенней подкормки азотным, а также при его сочетании с калийным удобрением повысились стекловидность зерна на 13 и 11 %, содержание белка в зерне — на 0,80 и 0,81 %, клейковины в муке — на 2,4 %.

В северной степи Украины при выращивании озимой пшеницы по черному пару на обыкновенном малогумусном среднесуглинистом черноземе осенние и весенние подкормки на фоне основного внесения удобрений не оказали положительного влияния на качество зерна. Это, вероятно, обусловлено тем, что в паровом поле было достаточно нитратов и дополнительное внесение азота не оказало положительного влияния на активизацию процессов биосинтеза белка. В то же время при выращивании озимой пшеницы после кукурузы на силос как осенняя, так и весенняя подкормки способствовали увеличению урожайности, содержания белка и клейковины. Так, при сочетании осенней и весенней подкормок возрастала урожайность на 4,1 ц/га, содержание белка в зерне — на 0,75 и клейковины в муке — на 1,5 % (табл. 69).

Поздние подкормки. Осенних и весенних подкормок недостаточно для получения высококачественного зерна. При помощи этих приемов ликвидируется азотное голодание растений осенью и весной, но в большинстве случаев они не обеспечиваются азотом для формирования и налива зерна, соответствующего всем требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам. Более эффективное действие на повышение качества зерна оказывают поздние азотные подкормки в период от трубкования до молочного состояния зерна озимой пшеницы. Так, при

69. Влияние подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы, выращенной после кукурузы на силос (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974*, 1978—1980 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀ (фон)	41,3	74	11,79	27,2	233	538
Фон + осенняя подкормка	44,5	78	12,19	28,1	236	554
Фон + весенняя подкормка	43,2	80	12,30	28,4	239	556
Фон + осенняя подкормка + весенняя подкормка	45,4	81	12,54	28,7	240	554

* Без данных за 1972 г.

корневой подкормке в период колошения озимой пшеницы увеличились стекловидность зерна на 8 %, содержание белка в зерне — на 0,51, клейковины в зерне — на 2,1, в муке — на 2,1 %, сила муки — на 20 е. а. и объем хлеба — на 31 см³. Улучшилось качество зерна и от подкормок во время образования 2—3 междоузлий и в начале молочного состояния зерна (табл. 70).

При выращивании озимой пшеницы после кукурузы на силос азотная подкормка во время образования 2—

70. Влияние весенне-летних подкормок мочевиной (N₃₀) на урожай и качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1968—1974, 1978, 1979 гг.)

Срок подкормки	Урожайность, ц/га	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	39,1	834	80	12,89	29,8	278	515
Рано весной	41,5	835	84	13,32	30,9	290	525
Трубкавание	40,5	835	85	13,40	31,7	278	534
Колошение	39,9	837	88	13,40	31,9	298	546
Молочное состояние зерна	39,3	838	86	13,40	31,8	282	536

3 междоузлий увеличивала урожай и улучшала качество зерна. Лучшее по качеству зерно было получено, когда озимую пшеницу подкармливали в период колошения (табл. 71).

71. Влияние весенне-летних подкормок мочевиной (N₃₀) на урожай и качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной после кукурузы на силос (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974 *, 1978, 1979 гг.)

Срок подкормки	Урожайность, ц/га	Нагура зер- на, г	Стекловид- ность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейкови- ны в муке		
Без удобрений	32,1	812	56	11,41	25,9	213	493
Рано весной	35,3	819	60	11,84	27,3	240	511
Трубкавание	34,1	820	66	12,18	28,0	234	513
Колошение	32,8	819	69	12,49	29,0	246	522
Молочное состояние зерна	32,3	817	64	12,10	28,5	242	518

* Без данных за 1972 г.

Корневые подкормки во время колошения и в начале молочного состояния зерна, как показали исследования, более эффективны в годы, когда в период от выхода в трубку до начала налива зерна выпадают дожди. В сухие годы действие корневой подкормки на улучшение качества зерна было незначительным. Так, в сухие годы от подкормки мочевиной в период колошения и в начале молочного состояния зерна содержание белка и клейковины в зерне и объем хлеба были такими же, как и на контрольной делянке, а во влажные годы эти показатели значительно возросли (табл. 72).

В причерноморской степи, по данным ВСГИ, высокая эффективность поздней корневой подкормки проявлялась в семи годах из десяти (табл. 73).

Таким образом, позднее внесение твердых азотных удобрений в период после образования 2—3 междоузлий до колошения в зонах с достаточным увлажнением повышает содержание белка и клейковины практически ежегодно, а в степных областях — только в годы, когда после внесения азотных туков выпадают осадки.

В зонах достаточного увлажнения поздняя азотная корневая подкормка — надежное средство улучшения

72. Влияние весенне-летних подкормок мочевиной (N₃₀) на урожай и качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару, в зависимости от условий погоды (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Срок подкормки	Урожайность, ц/га		Содержание, %				Объем хлеба, см ³	
			белка в зерне		клейковины в муке			
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	28,5	48,7	12,70	14,20	27,1	28,4	530	558
Рано весной	31,0	52,0	13,08	15,12	28,0	28,8	542	575
2—3 междуузли	29,3	51,2	13,34	14,62	28,2	30,0	535	580
Колошение	29,2	50,2	12,74	15,28	28,1	31,6	540	620
Молочное состояние зерна	28,8	48,9	12,86	15,38	29,2	31,2	535	602

Примечание. 1 — в среднем за 2 сухих года (1968, 1972); 2 — в среднем за 2 влажных года (1973, 1978).

качества зерна озимой пшеницы. Высокие результаты от ее применения получены в лесостепи (Блохин, 1976), Полесье (Федорова, 1976), западных областях Украины (Ломницкий, 1979), Центрально-Черноземной зоне (Ми-

73. Влияние поздней корневой азотной подкормки на качество зерна озимой пшеницы

Год	Масса 1000 зерен, г		Стекловидность, %		Содержание клейковины, %	
	на контроле	с подкормкой	на контроле	с подкормкой	на контроле	с подкормкой
1965	30,2	30,8	81	90	35,0	37,8
1966	43,1	44,7	57	70	29,5	34,8
1967	38,7	40,7	65	64	24,6	31,6
1968	42,0	42,1	81	88	31,0	31,4
1969	42,9	44,8	80	90	26,7	29,6
1970	31,9	31,1	64	66	23,2	26,0
1971	32,8	32,9	99	99	33,4	33,7
1972	35,0	36,0	88	88	26,2	27,0
1973	38,4	40,3	96	97	28,3	31,2
1974	37,8	37,6	70	85	31,8	35,0
В среднем	37,2	38,1	77	84	28,9	31,8

неев, 1973; Пшеничный, 1978), Нечерноземной зоне РСФСР (Мосолов, 1979), Белорусской ССР (Каликинский, Комарова, 1975).

Локальное внесение удобрений

При локальном способе удобрения вносят узкими лентами, широкими полосами, сплошным экраном, в один или несколько слоев, без перемешивания или при частичном перемешивании с почвой и т. д. Наибольшее распространение получило ленточное внесение удобрений, а именно: допосевное ленточное внесение основного удобрения; припосевное ленточное (рядковое); послепосевная корневая подкормка растений.

Установлено, что почва, близко расположенная к ленте удобрений, сильно насыщается питательными веществами. При дозах по 50—100 кг/га действующего вещества концентрация подвижного фосфора в ней может достигать 600 мг/100 г почвы, аммонийного азота и обменного калия — 200 мг/100 г. Высокая концентрация солей в ленте удобрений обуславливает специфический характер взаимодействия их с почвой и с корнями растений. Фосфор удобрений дольше сохраняется в подвижном состоянии, калий и аммонийный азот меньше подвергаются необменной фиксации почвой. Рядом с лентой удобрений возрастает осмотическое давление и резко меняется рН почвенного раствора. Тем самым создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности почвенной микрофлоры. В результате питательные вещества меньше связываются микроорганизмами.

Локальный способ допосевого внесения основного минерального удобрения способствует большему повышению урожайности. По данным ВСГИ, при внесении удобрений вразброс под поверхностную обработку почвы бороной БДТ-2,2 урожайность озимой пшеницы сорта Прибой составила 30,6 ц/га, а при локальном — на 4 ц/га выше (Гармашов, 1979).

Влияние на качество зерна разбросного и локального (сеялкой СУК-24) способов внесения основного удобрения изучено нами на материалах Розовской опытной станции — полевые опыты В. Е. Кизякова. Он установил, что внесение минеральных удобрений как по черному пару, так и после кукурузы на силос разбросным и локальными способами оказывало одинаковое влияние на качество зерна (табл. 74).

74. Влияние способов внесения минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Одесская 51 (Розовская опытная станция, в среднем за 1976—1977 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Предшественник черный пар</i>						
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ вразброс	48,4	85	14,70	33,4	326	602
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ локально	51,0	90	13,88	34,3	348	608
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ вразброс	54,0	89	14,56	33,8	396	598
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ локально	55,1	88	14,42	33,6	394	598
<i>Предшественник кукуруза на силос</i>						
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ вразброс	31,8	88	14,12	35,2	304	600
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ локально	34,2	81	14,17	34,6	322	595
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ вразброс	38,2	90	13,89	34,7	381	595
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ локально	38,4	86	14,01	34,4	354	585

Аналогичные данные получены при выращивании озимой пшеницы после кукурузы на зеленый корм.

Опытами Жеребковской опытной станции (С. Т. Мусяенко) не установлено изменения качества зерна озимой пшеницы при рядковом внесении удобрений, хотя урожайность повышалась.

В северной степи Украины (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы) в среднем из 19 опытов при внесении в рядки P₁₀ также не было зафиксировано улучшения качества зерна озимой пшеницы Мироновская 808. Не наблюдалось улучшения качества зерна этой культуры и в зоне недостаточного увлажнения. Так, на Носовском отделении Черниговской сельскохозяйственной опытной станции в среднем из 17 опытов содержание белка в зерне составило на контроле 12,30 %, при внесении удобрений в рядки — 12,11 %, стекловидность зерна — соответственно 71 и 72 %, содержание клейковины в зерне — 20,7 и 20,1 % (Жемела, 1973).

Не выявлено эффекта локализации в улучшении качества зерна и при корневой весенней подкормке растений озимой пшеницы по способу А. Г. Бузницкого (табл. 75).

75. Влияние способов весенней подкормки на качество зерна озимой пшеницы Одесская 51, выращенной после кукурузы на силос (Розовская опытная станция, в среднем за 1977—1979 гг.)

Способ подкормки (N ₁₀)	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка г зерне	клейковины в мукс		
По тало-мерзлой почве (март)	41,2	79	13,73	31,5	206	625
Локально (апрель)	42,3	78	13,35	31,2	223	630
Вразброс (апрель)	41,8	78	13,47	31,4	208	623

Таким образом, проведенные предварительные исследования показали, что локальное внесение удобрений по сравнению с обычными методами, обеспечивая некоторую прибавку урожая, не улучшает качество зерна. Вероятно, это обусловлено тем, что при этом способе в первую очередь улучшаются условия фосфорного и калийного питания и в меньшей степени азотного.

Некорневые подкормки

История некорневого питания растений насчитывает более 130 лет. Первое сообщение о нем было опубликовано Е. Грисом в Париже в 1844 г. Применялось оно главным образом с целью борьбы с заболеваниями плодовых деревьев и овощных культур, а также для поддержания листьев деревьев в зеленом состоянии, для чего использовали азотные удобрения. В дальнейшем некорневое питание растений стали применять для увеличения урожая, а в последние 2—3 десятилетия — для повышения качества сельскохозяйственной продукции.

Механизм поглощения элементов питания листьями. Это довольно сложный процесс, так как поверхность листьев и других надземных частей растений покрыта кутикулой. Она становится первым барьером, который нужно преодолеть нанесенному на листья питательному элементу, чтобы соприкоснуться с протоплазмой растений. У листьев многих растений наружная сторона кутикулы покрыта мельчайшими восковыми выростами, которые и являются причиной того, что нанесенный на лист раствор не смачивает его поверхности, а находится

в виде капелек. Внутренняя сторона прилегающей к оболочке клетки кутикулы обычно подстиляется тонким слоем пектина, который может пронизать кутикулу и создать непрерывный путь, достигающий наружной стороны листа и доходящий до клеток палисадной паренхимы. Наличие тонкого подстилающего слоя пектина между кутикулой и стенками клеток эпидермиса позволяет изолировать катикулярные мембраны от безустычных и несущих устьица поверхностей листа путем использования пектиновых и других ферментов.

Проникновение ионов питательных веществ находится в линейной зависимости от времени, что типично для простой диффузии и не зависит от числа устьиц. Катионы легче проникают через катикулярные мембраны, чем анионы. Кутикула при смачивании приобретает проницаемость. Она тем выше, чем тоньше кутикула и чем больше гидратирована. Гидратация вызывает вздутие, и восковые пластинки, распределенные по всей кутикуле, расходятся, что облегчает проникновение ионов. При недостатке влаги в растении вследствие засухи или отсутствия влаги на поверхности листа, проницаемость кутикулы снижается, что затрудняет проникновение ионов (Мацков, 1957; Павлов, 1967).

После абсорбции и проникновения через кутикулу питательное вещество, нанесенное на лист, должно преодолеть еще один барьер — клеточную оболочку и плазмолемму. Преодоление этого барьера облегчается наличием эктодесм — тонких тяжей протоплазмы, пронизывающих наружные стенки клеток эпидермиса, но не выходящих на поверхность; верхние их окончания находятся под кутикулой. Аналогичные тяжи — плазмодесмы — связывают между собой все живые клетки, в этом смысле протопласты всего растения являются единым целым.

Многие цитоплазматические нити пронизывают наружные стенки эпидермиса и оканчиваются под кутикулой. Расположение и частота цитоплазматических нитей тесно связаны с листовой абсорбцией. Абсорбция веществ, нанесенных на поверхность листьев, происходит преимущественно через клетки эпидермиса, расположенного под жилками, через листовые волоски, антиклинальные оболочки клеток эпидермиса и оболочки замыкающих клеток.

После того, как питательные вещества проникли в цитоплазматические нити, дальнейшее передвижение их

через оболочки клеток эпидермиса и в самих нитях осуществляется путем диффузии или активного процесса, требующего затрат энергии.

Поступление питательных веществ происходит также при помощи устьиц. В нормальных условиях они наполнены воздухом и не пропускают воду, однако в них легко проникают растворы, содержащие поверхностно-активные вещества — детергенты. Проникнув в устьица, они оказываются внутри листа, но не внутри клеток. Поглощение просто переходит с наружной поверхности листа на поверхность межклеточных пространств. Следовательно, густая сеть цитоплазматических нитей, тонкая кутикула и большая площадь листовой поверхности благоприятствуют проникновению веществ описанными выше путями (Павлов, 1967).

В поглощении питательных веществ растениями обычно различают две фазы. Первая — начальный, неметаболический процесс, который при некорневом питании может состоять в сорбции, обмене, диффузии или в сочетании этих процессов. На этом этапе питательные вещества проникают через увлажненную кутикулу. Этот начальный этап поглощения всех питательных веществ листьями проходит очень быстро.

Вторая фаза поглощения питательных веществ — это активный метаболический процесс, он приводит к необратимому накоплению их в тканях листа.

Обобщив имеющиеся в литературе данные по скорости поглощения различных культур, С. X. Уиттвер и др. (1965) сообщают, что почти у всех изучаемых культур 50 % нанесенной на листья мочевины поглощается за 1—6 ч и только у сахарного тростника и табака — за 24—36 ч. Аналогичные данные получены в исследованиях Э. А. Муравина, В. А. Кожемячко (1973). Через 5 ч после подкормки во время цветения в растениях яровой пшеницы находилось 70—85 % азота мочевины, причем 8—10 % поступившего меченого азота было включено в состав белка. При подкормке в начале молочного состояния зерна поступление меченого азота в растения полностью заканчивалось в первые 3—5 ч. Большая его часть (95 % поступившего в растения) в этот период находилась в вегетативных органах, в том числе 10—20 % — в составе белка. С увеличением экспозиции до 36 и 48 ч количество азота подкормки в зерне резко возросло в результате оттока из вегетативных органов, и доля

его в белке зерна была в 2—3 раза больше, чем в белке вегетативных органов.

Во ВСГИ и ВНИИ кукурузы установлены следующие особенности процесса проникновения питательных веществ через кутикулу. Если в обычную погоду, характерную для этого периода в условиях юга Украины, раствор мочевины наносится на поверхность листа днем, его капли высыхают через 10—15 мин. На поверхности листа образуются кристаллы мочевины, которые сохраняются до выпадения вечерней росы. Вечером, после захода солнца, мочевина абсорбирует влагу из воздуха, и листья покрываются тонкой пленкой раствора. Создаются условия для диффузии мочевины в ткани листа, которая осуществляется в основном в ночные часы. Характерно, что утром растения, опрыснутые раствором мочевины, покрыты обильной росой практически при любой погоде. Однако в течение одной ночи мочевина полностью не поглощается, и снова после восхода солнца на поверхности листа образуются мелкие кристаллы, которые вечером растворяются росой.

В связи с этим для эффективного поглощения мочевины очень важно обеспечить хорошее распыление раствора, так как крупные капли при высыхании образуют друзы кристаллов, которые не удерживаются на поверхности листа, а осыпаются на землю. Слишком мелкие капли могут уноситься потоком воздуха или терять влагу еще до попадания на лист. Образованные при этом кристаллы также попадают на поверхность почвы.

В связи с указанными особенностями хороший эффект от некорневой подкормки обеспечивается только в утренние и вечерние часы или в пасмурную погоду с повышенной относительной влажностью воздуха. При использовании летательных аппаратов очень важно, чтобы высота их полета не превышала 5—7 м. Кроме того, необходимо обеспечить хорошее распыление раствора и равномерное его распределение по площади. Все эти условия затрудняют применение авиации для осуществления некорневых подкормок.

Более надежные результаты получаются при использовании наземных опрыскивателей. Для обеспечения прохода агрегатов по массиву с колосящимися растениями необходимо через 10—12 м оставлять незасеянными две дорожки на ширину колес трактора. Это позволит осуществлять все операции по уходу за посевами, ис-

пользуя наземную технику. Такая практика широко применяется в Западной Европе при возделывании озимой пшеницы.

Поглощенная листьями мочевины быстро гидролизуются под действием фермента уреазы до аммиака и углекислого газа. Аммиак, образовавшийся в листе в результате восстановления нитратов, гидролиза мочевины или непосредственно поглощенный листом, а также аммиак, образовавшийся в результате распада белков, быстро используются на синтез аминокислот и амидов (Павлов, 1967).

Интенсивность гидролиза мочевины в тканях растений связана с активностью уреазы. От этого зависит устойчивость растений к ожогам при нанесении раствора на листья, так как аммиак, образовавшийся при гидролизе в больших количествах, отравляет клетки.

Поглощенные листом питательные вещества быстро передвигаются в другие органы растений: стебли, плоды, корни и, включаясь в обмен веществ, оказывают влияние на ход многих физиологических процессов, в том числе на фотосинтез, интенсивность которого сильно повышается после некорневой подкормки, но затем снова падает до исходного уровня. Поэтому не следует ожидать значительного повышения урожая в результате временной «вспышки» фотосинтеза (Мацков, 1957).

Эффективность некорневых подкормок определяется не только тем, насколько хорошо нанесенные на листья вещества поглощаются растениями, включаются в обмен и передвигаются в другие органы, но и тем, что некорневая подкормка влияет на поглощение веществ корнями.

Между некорневым и корневым питанием существует тесная взаимосвязь. Ф. Ф. Мацков (1957) объясняет ее тем, что некорневая подкормка, повышая интенсивность фотосинтеза, улучшает снабжение корней органической пищей и энергетическим материалом. Это, в свою очередь, способствует увеличению их поглощающей поверхности, повышению интенсивности дыхания, усилению всего внутриклеточного обмена, что и обуславливает улучшение корневого питания растений. Кроме того, существует и непосредственное влияние азотной подкормки на поглощение азота и фосфора корнями, которое обнаружил А. Н. Павлов в опытах с кукурузой. Объясняет он эту связь тем, что она осуществляется

посредством обмена метаболитами и проявляется уже через несколько часов после подкормки. Такое влияние некорневой азотной подкормки на поглощение веществ корнями и определяет эффективность азотных подкормок.

Влияние некорневых азотных подкормок на поступление азота через корни зависит от уровня корневого питания и фазы развития растений. На богатом азотном фоне, который был создан внесением удобрений в почву за три недели до опрыскивания, торможение поступления азота через корни при нанесении мочевины на листья кукурузы было более значительным, чем на бедном фоне. Обнаружено, что торможение поглощения азота у подкормленных растений, длившееся около двух недель после подкормки, затем сменилось усилением поглощения азота, которое также продолжалось 1—2 недели, после чего вновь замедлилось.

Такое чередование торможения и усиления поглощения азота корнями, очевидно, как указывает А. Н. Павлов (1967), связано с неравномерным притоком ассимилятов из листьев. Об этом можно судить по изменению содержания сахаров в стеблях. При уменьшении их количества снижалось и поглощение азота корнями. Содержание моносахаридов при этом повышалось, что свидетельствует о том, что для синтеза аминокислот использовалась лишь часть молекул сахарозы, а неиспользованные гексозы накапливались в стебле.

Связь между содержанием сахарозы в растении и поглощением азота корнями при некорневой подкормке может быть использована для прогнозирования эффективности некорневых азотных подкормок. Они будут более эффективными при высоком содержании сахарозы в растении (Павлов, 1967). Исследованиями А. Н. Павлова также установлено более сильное тормозящее влияние некорневой подкормки в ранние фазы (8—9 листьев) по сравнению с поздними — после цветения початков. Такое различие во влиянии ранних и поздних некорневых подкормок на поглощение азота корнями связано с физиологическим состоянием растения, а именно с различным содержанием сахарозы. Повышенное содержание ее в растении в поздний период развития дает ему возможность при поздних подкормках усваивать азот, нанесенный на листья без ущерба для поглощения азота корнями, так как конкуренция за саха-

ра в этом случае между листьями и корнями ослабляется.

Эффективность некорневой подкормки. Она в значительной степени зависит от формы азотного удобрения. Изучалось влияние сернокислого аммония, аммиачной воды, плава, аммиачной селитры и мочевины на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при некорневой подкормке (Жемела, 1973). Установлено, что хотя удобрения первых четырех форм и улучшают качество зерна, особенно аммиачная селитра, однако их нельзя рекомендовать для некорневой подкормки, потому что они вызывают ожоги листьев и колосьев пшеницы, что снижает урожай.

Лучшая форма азотного удобрения для некорневой подкормки — мочевина. Легко растворяясь в воде, она, как правило, не обжигает растения. Бывают иногда ожоги, но они возникают в следующих случаях: для опрыскивания используется рабочий раствор высокой концентрации (более 20 % по действующему веществу), у пшеницы недостаточно развита листовая поверхность и корневая система, растения имеют еще сравнительно молодые листья (2—3 междоузлия), рабочий раствор непропорционально оседает на растение (он должен быть в виде мелких капель росы и не стекать на поверхность почвы), относительная влажность воздуха ниже 30 %, опрыскивание проводится в дневные часы (10—16 ч) при солнечной погоде.

Важный момент при некорневой подкормке — правильный выбор концентрации рабочего раствора. Хотя водный раствор мочевины имеет нейтральную реакцию, при опрыскивании растения озимой пшеницы могут получать значительные ожоги, особенно при использовании раствора мочевины повышенной концентрации. Чтобы не допустить ожогов, которые отрицательно влияют на прибавку урожая от некорневой подкормки, опрыскивание растений во время образования 2—3 междоузлий лучше всего проводить при концентрации рабочего раствора мочевины по действующему веществу до 10 %, во время колошения — до 25 % и в начале молочного состояния зерна — до 30 %. При опрыскивании озимой пшеницы раствором ниже указанных концентраций эффективность некорневой подкормки не снижается, однако требуется большее количество воды. Качество зерна не зависит от концентрации раствора.

Эффективность некорневых подкормок связана с дозой азотного удобрения и сроком опрыскивания растений. Во время образования 2—3 междоузлий и колошения оно увеличивает урожайность зерна. Так, в среднем за годы исследований от опрыскивания озимой пшеницы во время образования 2—3 междоузлий мочевиной из расчета 15 кг/га азота прибавка урожайности составила 1,0 ц/га, 30 кг/га — 1,7 и 45 кг/га — 1,9 ц/га; во время колошения — соответственно — 1,0; 1,5 и 2,1. Опрыскивание озимой пшеницы в начале молочного состояния зерна практически не способствовало прибавке урожайности во все годы исследований.

Физические свойства зерна (масса 1000 зерен и натура) мало изменяются под влиянием некорневой подкормки, а на формирование стекловидности зерна, особенно в годы, когда на контрольных делянках образовывалось мучнистое зерно, некорневая подкормка оказывала положительное влияние.

В 1966 достаточно увлажненном году во время налива на контрольной делянке стекловидность зерна была низкой (50 %). Под влиянием некорневой подкормки она увеличивалась пропорционально дозам мочевины. Так, при использовании мочевины для некорневой подкормки в период образования 2—3 междоузлий из расчета 15 кг/га азота стекловидность зерна повысилась на 12 %, 30 кг/га — на 27 и 45 кг/га — на 28 %. При некорневой подкормке в период колошения стекловидность зерна увеличилась соответственно дозам на 6, 25 и 29 %, в начале молочного состояния зерна — на 10, 23 и 36 %.

В годы, когда на контрольных делянках формировалось высококачественное зерно (более 90 %), повышение его стекловидности под влиянием некорневой подкормки, естественно, было небольшим, практически получен урожай с полностью стекловидным зерном (95—100 %).

Одно из главных преимуществ некорневой подкормки в том, что она повышает белковость зерна при формировании самого высокого урожая, как бы служит надежным средством преодоления обратной зависимости между уровнем урожайности и белковостью зерна.

Уровень белковости зерна озимой пшеницы зависит от доз азотного удобрения и сроков проведения некорне-

вой подкормки. С увеличением дозы мочевины повышается содержание белка в зерне (табл. 76).

Лучшей дозой азота во все сроки подкормок для получения максимального содержания белка в зерне была 30—45 кг/га.

В большинстве случаев наиболее существенное повышение содержания белка в зерне наблюдалось при проведении некорневой подкормки в период колошение — начало молочного состояния зерна. Коэффициент использования азота в зависимости от доз был различным. Максимальное потребление его на синтез белка происходило при использовании мочевины из расчета N_{15} . Срок подкормки существенного влияния не оказывал.

Некорневая подкормка озимой пшеницы мочевиной повышает содержание клейковины. В среднем за годы исследований при опрыскивании озимой пшеницы мочевиной из расчета 15 кг/га азота в период образования 2—3 междоузлий содержание клейковины в зерне повысилось на 2,1 %, 30 кг/га — на 3,0 и 45 кг/га — на 3,7 %; в период колошения соответственно дозам мочевины — на 2,8; 3,3 и 4,4 %; в начале молочного состояния зерна — на 2,9; 3,7 и 4,6 %.

Под влиянием некорневых подкормок улучшалось качество клейковины. Она становилась более упругой, эластичной, менее растяжимой и соответствовала первой или второй группе. Все это положительно влияло на силу муки, которая под влиянием некорневой подкормки повышалась. Так, в среднем за годы исследований при подкормке мочевиной из расчета 15 кг/га азота во время образования 2—3 междоузлий сила муки увеличилась на 17 е. а., 30 кг/га — на 33 и 45 кг/га — на 32 е. а., во время колошения — соответственно на 37, 66 и 78, а в начале молочного состояния зерна — на 63, 90 и 96.

Хлебопекарные свойства озимой пшеницы улучшаются при некорневой подкормке во все сроки. Так, в среднем от подкормки растений мочевиной из расчета 15 кг/га азота во время образования 2—3 междоузлий объем хлеба увеличился на 29 см³, во время колошения — на 41 и в начале молочного состояния зерна — на 39 см³, от опрыскивания раствором мочевины из расчета 30 кг/га азота соответственно срокам подкормки — на 40, 49 и 47, а от 45 кг/га — на 38, 54 и 57 см³. От некорневых подкормок улучшаются цвет и пористость мякиша, подовый хлеб лучше сохраняет свою форму.

76. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 *, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1966—1974, 1978—1980 гг.)

Срок подкормки, доза азота, кг/га	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зер- на, г	Стекловид- ность, %	Содержание, %			Сила муки, е. а.	Время обра- зования тес- та, мин	Объем хлеба, см ³	Коэффициент использова- ния азота мочевины
					белка в зерне	клейковины					
						в зерне	в муке				
Без удобрений	39,4	40,7	801	83	12,19	25,6	28,0	208	5,4	491	—
Образование 2—3 междоузлий											
15	40,4	40,9	800	87	12,91	27,7	30,3	225	5,8	520	0,66
30	40,9	40,6	799	90	13,20	28,6	30,8	241	5,6	531	0,41
45	41,0	40,6	799	89	13,43	29,3	31,8	240	6,2	539	0,35
Колошение											
15	40,2	41,4	801	87	13,05	28,4	30,7	245	5,8	532	0,62
30	40,6	41,3	805	90	13,30	28,9	31,4	274	5,9	540	0,45
45	41,1	41,0	805	92	13,75	30,0	32,8	286	6,3	545	0,36
Начало молочного состояния зерна											
15	39,8	41,1	805	87	13,20	28,5	31,1	271	5,7	530	0,71
30	39,8	41,2	804	89	13,53	29,3	31,7	298	5,6	538	0,44
45	40,0	41,2	802	90	13,83	30,0	32,9	304	5,6	548	0,32

* В 1978—1980 гг. — Одесская 51.

Установлено, что оптимальные дозы мочевины зависели от сроков опрыскивания. В период образования 2—3 междоузлий в большинстве лет выращивания наивысшее содержание белка в зерне озимой пшеницы получено при опрыскивании растений мочевиной из расчета 45 кг/га азота, в период колошения—30—45 и в начале молочного состояния зерна—15—30 кг/га. Однако в зависимости от погодных условий и воздействия других факторов величина оптимальных доз мочевины меняется. Это обуславливается также количеством вегетативной массы озимой пшеницы. В годы, когда к моменту проведения подкормок накапливалась большая вегетативная масса, эффективнее были сравнительно высокие дозы азота. При слабом ее развитии оптимальная доза была близка к 15 кг/га.

Эффективность мочевины зависела также от условий погоды. Когда после опрыскивания наступало резкое длительное повышение температуры воздуха и снижалась его относительная влажность, лучшие результаты достигались при внесении 15—30 кг/га азота.

Иногда возникает необходимость в проведении нескольких некорневых подкормок на одном и том же массиве. Их эффективность в первую очередь зависит от условий погоды, которые складываются после выхода растений озимой пшеницы в трубку, до начала — середины восковой спелости зерна, а также от состояния вегетативной массы и ассимиляционной способности растений.

Во ВНИИ кукурузы в засушливом 1968 г., когда вегетационный период озимой пшеницы был на 12—15 дней короче, чем обычно в оптимальные годы, и отмирание всех листьев растений наступило в начале восковой спелости зерна, двукратные опрыскивания не имели преимуществ по влиянию на качество зерна в сравнении с однократным опрыскиванием в эти сроки. Не было также преимуществ в улучшении качества зерна при этих же сроках двукратного опрыскивания и в 1969 г. В этот год вследствие зимних бурь и позднего начала весенней вегетации озимой пшеницы вегетативная масса была почти в 2 раза меньше, чем в обычные годы. В очень засушливых 1972 и 1979 гг. двукратное опрыскивание также не имело преимуществ. Не улучшалось качество зерна при двукратном опрыскивании и в 1973 г., так как растения озимой пшеницы были сильно повреждены

тлей и ржавчиной и наблюдалось неестественное пожелтение листьев.

В годы, когда складывались хорошие условия для нормального роста вегетативной массы растений и корневой системы, а листья долго сохранялись в зеленом состоянии, двукратное опрыскивание мочевиной обеспечивало лучшие результаты, чем однократное. Например, в 1970 г. содержание белка в зерне сорта Безостая 1 при однократном опрыскивании в лучший срок (колошение) составило 12,54 %, а при двукратном (в период образования 2—3 междоузлий и во время колошения)—13,79 %; в 1971 г.—соответственно 13,98 и 14,93 %. В 1978 г. при однократном опрыскивании белка в зерне было 15,73—16,42 %, а при двукратном значительно больше — 17,0—17,7 %.

Вероятно, двукратное опрыскивание озимой пшеницы можно практиковать в годы, когда складываются условия для более длительного сохранения растений в зеленом состоянии и ожидается формирование низкокачественного зерна.

Эффективность некорневой подкормки в значительной степени зависит от сортовых особенностей озимой пшеницы. Например, в опытах ВНИИ кукурузы в 1968 г. на контрольных делянках в зерне сорта Украинка содержание белка составило 14,39 %, клейковины в муке—35,3 %, а сорта Мироновская юбилейная — соответственно 12,0 и 30,1. Можно было ожидать, что под влиянием некорневой подкормки в зерне высокобелкового сорта Украинка должно накопиться больше белка и клейковины, чем в зерне Мироновской юбилейной. Однако произошло обратное. От некорневой подкормки во время колошения содержание белка в зерне Украинки увеличилось на 0,84 %, клейковины в муке — на 2,7 %, а у Мироновской юбилейной — соответственно на 1,66 и 4,6. Вероятно, это было обусловлено тем, что под влиянием условий погоды листья Украинки засохли в конце молочного состояния зерна, а Мироновской юбилейной — позднее, в начале восковой спелости зерна.

В благоприятные годы (1969, 1970, 1973), когда у всех сортов листья отмирали постепенно, не отмечалось сортовой реакции на некорневую подкормку.

В 1971 г., когда большинство сортов было повреждено ржавчиной, а в 1974 г.—мучнистой росой, также наблюдалась различная реакция сортов на некорневые

подкормки. В зерне тех сортов, у которых раньше прекратилась фотосинтетическая деятельность листьев, меньше накапливалось белка и клейковины под влиянием некорневой подкормки.

Необходимо подчеркнуть, что реакция сорта не зависит от генетически детерминированного уровня белковости его зерна. Так, в 1971 г. зерно сортов Кавказ и Одесская 51 на контрольных делянках имело одинаковое количество белка и клейковины, а сорта Днепроvская 521 на 1,29 % ниже. Казалось бы, что и Кавказ и Одесская 51 должны одинаково реагировать на некорневые подкормки, а сорт Днепроvская 521 — по-другому. Однако наибольшие прибавки белка и клейковины отмечались у сорта Кавказ; наименьшие — у Одесской 51, а промежуточные — у Днепроvской 521. Такие различия в накоплении белка и клейковины у сортов под влиянием некорневой подкормки обусловлены тем, что растения сорта Кавказ были в зеленом состоянии до конца восковой спелости зерна, Днепроvской 521 — до середины, а Одесской 51 — только до начала восковой спелости, то есть фотосинтетическая деятельность растений сорта Кавказ длилась более длительное время, а Одесской 51 — менее.

Таким образом, у сортов с преждевременным отмиранием листьев вследствие повреждения болезнями или по другим причинам качество зерна под влиянием некорневой подкормки повышалось меньше, чем у сортов, которые не подвергались неблагоприятному воздействию внешних факторов.

Некоторые исследователи отмечали, что эффективность некорневых подкормок зависит от уровня обеспеченности почвы питательными элементами. Так, по данным А. Н. Павлова (1967), Н. С. Авдолина, Н. М. Яскиной (1972), некорневая подкормка более эффективна, если почва слабо обеспечена питательными веществами и корневого питания недостаточно для формирования урожая с высоким качеством зерна. Однако в опытах, проведенных во ВНИИ кукурузы, эффективность некорневых подкормок не зависела от фона выращивания. Так, прирост содержания белка в зерне озимой пшеницы Безостая 1, посеянной по черному пару, от некорневой подкормки как на безазотном фоне, так и при предпосевном внесении азотных удобрений в оптимальной и повышенной дозах составил

0,75—1,20 %, клейковины —2,9—3,3 %, силы муки —18—56 е. а., объема хлеба —17—35 см³; сорта Одесская 51—соответственно 0,94—1,44; 2,9—3,8; 37—52 и 29—39 (табл. 77).

Реакция на некорневые подкормки не зависела от уровня обеспеченности участка элементами минерального питания и при выращивании озимой пшеницы после кукурузы на силос. Прирост содержания белка в зерне Безостой 1 составил 1,05—1,41 %, клейковины —3,2—3,8 %, силы муки —27—53 е. а., объема хлеба —28—45 см³; сорта Одесская 51—соответственно 1,21—1,41; 3,0—3,9; 23—60 и 31—42 (табл. 78).

Одинаковое повышение содержания белка и клейковины в результате некорневых подкормок как на бедном, так и на богатом азотном фоне в этих опытах было, вероятно, обусловлено тем, что ко времени некорневых подкормок в растениях озимой пшеницы содержалось практически равное количество азота независимо от фона выращивания. Например, в среднем за годы исследований перед проведением некорневой подкормки в растениях Безостой 1 при выращивании по черному пару без удобрений азота было 1,62 %, при внесении N₄₅P₆₀K₃₀—1,76, N₉₀P₆₀K₃₀—1,84, N₁₂₀P₆₀K₃₀—1,75, P₆₀K₃₀—1,62 %; Одесской 51—соответственно 1,68; 1,74; 1,84; 1,80 и 1,68. После кукурузы на силос в среднем за годы исследований содержание азота в растениях сорта Безостая 1 без удобрений составило 1,36 %, на фоне N₄₅P₆₀K₃₀—1,43, N₉₀P₆₀K₃₀—1,51, N₁₂₀P₆₀K₃₀—1,69, P₆₀K₃₀—1,38 %; сорта Одесская 51—соответственно 1,35; 1,39; 1,62; 1,60 и 1,31. Содержание азота в двух верхних листьях независимо от фона выращивания также было практически одинаковым.

Одинаковый прирост количества белка и клейковины объясняется еще и тем, что ко времени проведения некорневых подкормок и в дальнейшем в почве содержалось одинаковое количество нитратов (NO₃) как на высоком азотном фоне, так и на безазотном. Например, в среднем за годы исследований в слое 0—40 см по черному пару без удобрений перед некорневой подкормкой нитратов было 4,0 мг/100 г почвы, на фоне N₄₅P₆₀K₃₀ —3,8, N₉₀P₆₀K₃₀—4,0, N₁₂₀P₆₀K₃₀—4,0 и P₆₀K₃₀—3,8; после кукурузы на силос —соответственно 2,9; 3,2; 3,2; 3,4; 3,0; в фазе молочного состояния зерна по черному пару —соответственно 3,6; 3,8; 3,6; 3,7; 3,2; после кукурузы на си-

77. Влияние некорневых подкормок мочевиной (N_{30}) в фазе колошения на качество зерна озимой пшеницы, выращенной по черному нару, в зависимости от предпосевного обеспечения почвы питательными элементами (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.)

Показатель качества	Без удобрений		$P_{10}K_{10}$		$N_{12}P_{10}K_{30}$		$N_{90}P_{15}K_{30}$		$N_{120}P_{10}K_{30}$	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Безостая 1</i>										
Стекловидность, %	76	8	76	9	83	6	85	4	88	3
Белок в зерне, %	12,73	1,20	12,68	1,04	13,35	1,11	13,90	0,75	14,02	0,76
Клейковина в муке, %	29,6	3,0	29,6	3,1	31,1	3,3	33,3	2,9	33,3	3,2
Сила муки, е. а.	263	39	262	18	280	56	292	28	298	26
Объем хлеба, см ³	529	35	526	25	546	32	556	17	561	25
<i>Одесская 51</i>										
Стекловидность, %	85	7	84	6	90	5	92	4	92	5
Белок в зерне, %	12,75	0,94	12,80	1,44	13,35	1,15	14,33	1,27	14,40	1,06
Клейковина в муке, %	29,4	2,9	29,3	3,8	31,1	3,5	33,2	3,5	33,7	3,7
Сила муки, е. а.	274	40	266	49	308	52	344	37	329	40
Объем хлеба, см ³	537	39	545	33	568	29	581	30	596	30
Примечание. 1 — без некорневой подкормки; 2 — прирост в результате некорневой подкормки.										

78. Влияние некорневых подкормок мочевиной (N_{30}) в фазе колошения на качество зерна озимой пшеницы, выращенной после кукурузы на силос, в зависимости от предпосевного обогащения почвы питательными элементами (в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.)

Показатель качества	Без удобрений		$P_{60}K_{30}$		$N_{45}P_{60}K_{30}$		$N_{90}P_{10}K_{30}$		$N_{120}P_{60}K_{30}$	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Безостая 1</i>										
Стекловидность, %	57	14	51	20	66	14	81	7	84	7
Белок в зерне, %	11,37	1,12	11,23	1,41	11,68	1,35	12,97	1,05	13,23	1,29
Клейковина в муке, %	25,5	3,3	25,3	3,8	27,3	3,5	30,5	3,2	30,9	3,4
Сила муки, е. а.	231	41	219	36	245	50	267	53	284	27
Объем хлеба, см ³	513	45	518	33	529	37	552	28	567	28
<i>Одесская 51</i>										
Стекловидность, %	76	8	74	12	83	7	90	7	91	3
Белок в зерне, %	11,56	1,34	11,14	1,41	11,93	1,25	12,62	1,33	12,78	1,21
Клейковина в муке, %	24,8	3,8	24,8	3,2	27,2	3,5	30,2	3,4	30,4	3,0
Сила муки, е. а.	203	60	220	23	229	60	282	42	270	40
Объем хлеба, см ³	532	42	533	40	547	31	572	36	571	32

Примечание. 1 — без некорневой подкормки; 2 — прирост в результате некорневой подкормки.

лос — 2,9; 2,9; 3,1; 3,3 и 3,4 мг/100 г почвы. Вероятно, это обусловлено тем, что при всех перечисленных дозах азота растения к моменту колошения почти полностью используют имеющиеся нитраты для формирования биомассы.

Многие исследователи (Авдонин, 1971; Пукалов, Снегова, Липчан, Влас, 1972; Минеев, 1973) отмечали, что под влиянием минеральных удобрений существенно изменяется фракционный состав белков зерна озимой пшеницы. При основном внесении высоких доз азотных удобрений снижается доля альбуминов и глобулинов и увеличивается доля глиадинов и глютелинов. При выращивании озимой пшеницы по черному пару и внесении повышенных доз азота (N₉₀) сумма клейковинных белков увеличилась на 13,8 % и после кукурузы на силос — на 8,9 % по сравнению с уровнем в варианте, где вносились только фосфорные и калийные удобрения (табл. 79).

79. Влияние удобрений на фракционный состав белков в зерне озимой пшеницы Безостая 1 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.)

Вариант опыта	Азот			Азот фракций, % к общему			Сумма клейковинных фракций, %
	общий, %	белко- вый	небелко- вый	альбу- мины + глобу- лины	глиади- ны	глюте- лины	
		% к общему					
<i>Предшественник черный пар</i>							
Без удобрений	2,23	90,3	9,7	34,6	26,4	34,7	61,1
P ₆₀ K ₃₀	2,22	87,5	12,5	38,9	25,5	32,3	57,8
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	2,34	91,2	8,8	33,6	28,3	35,5	63,8
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	2,44	92,5	7,5	25,1	33,5	38,1	71,6
<i>Предшественник кукуруза на силос *</i>							
Без удобрений	1,99	88,4	11,6	37,2	28,5	30,6	59,1
P ₆₀ K ₃₀	1,97	86,9	13,1	40,7	27,4	28,5	55,9
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	2,05	90,3	9,7	37,4	29,1	30,2	59,3
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	2,28	91,8	8,2	32,1	31,5	33,3	64,8

* Без данных за 1972 г.

При сравнении эффективности вегетационных азотных подкормок наиболее существенно содержание клейковинных белков увеличивалось в варианте с некорневой подкормкой во время колошения и в начале молочного состояния зерна (табл. 80).

80. Влияние сроков внесения азотных удобрений (мочевина, N₃₀) на фракционный состав белков в зерне озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1968—1974, 1978, 1979 гг.)

Время и способ внесения удобрений	Азот			Азот фракций, % к общему			Сумма клейковинных фракций, %
	общий, %	белковый	небелко- вый	альбумины+ глобулины	глиадины	глютелины	
Без удобрений	2,24	89,5	10,5	33,4	27,3	33,5	60,8
Весной, на почву	2,34	90,1	9,9	32,8	27,9	33,1	61,0
Трубкавание:							
на почву	2,32	91,8	8,2	32,2	28,2	34,2	62,4
некорневая подкормка	2,37	93,5	6,5	31,5	30,6	35,6	66,2
Колошение:							
на почву	2,33	89,9	10,1	33,1	30,1	34,2	64,3
некорневая подкормка	2,46	94,8	5,2	29,3	32,4	35,8	68,2
Молочная спелость:							
на почву	2,35	89,1	10,9	33,6	27,7	34,5	62,2
некорневая подкормка	2,44	93,9	6,1	30,2	32,1	35,4	67,5

Таким образом, главный фактор, определяющий качество зерна озимой пшеницы, — обеспеченность растений азотом в поздние фазы развития. Поэтому очень важен необходимый уровень азотного питания в период формирования и налива зерна, когда рост вегетативных органов в основном завершен и поступающий в растение азот используется для накопления запасных белков в зерне. Лучший эффект достигается при корневых и некорневых подкормках.

**РАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ —
ОСНОВНОЙ ФАКТОР
ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЗЕРНА
ПШЕНИЦЫ**

Как уже отмечалось, однократное внесение азотных туков в большинстве случаев не обеспечивает формирования зерна озимой пшеницы, отвечающего требованиям сильной. Для достижения нужного эффекта необходимо дробное внесение азотных туков.

Достаточно надежные результаты получаются при внесении азота в два срока — под основную (предпосевную) обработку почвы $N_{90}P_{60}K_{30}$ (или другие сочетания) и в поздние фазы развития растений (корневая и некорневая подкормки). При соблюдении необходимых условий при такой системе применения азотных туков высококачественное зерно формируется не только при выращивании озимой пшеницы по черному пару, но и по другим предшественникам.

При выращивании озимой пшеницы Безостая 1 по черному пару увеличилась урожайность на 8,5 ц/га, стекловидность зерна — на 13 %, содержание белка в зерне — на 1,92, клейковины в муке — на 6,6 %, сила муки — на 57 е. а., объем хлеба — на 54 см³ по сравнению с этими показателями на контроле. Практически такая же урожайность и качество зерна были получены при внесении под предпосевную культивацию $N_{120}P_{60}K_{30}$ и опрыскивании растений мочевиной во время колошения озимой пшеницы, а также, когда удобрения применяли в четыре приема: под предпосевную культивацию ($N_{45}P_{60}K_{30}$), осенью ($N_{30}P_{30}K_{30}$), весной (N_{30}) и во время колошения — некорневая подкормка (N_{30}). Однако при этой системе эффективность удобрений значительно снижалась по сравнению с двукратным внесением: под предпосевную культивацию ($N_{90}P_{60}K_{30}$) и некорневая подкормка (табл. 81). Примерно такая же закономерность отмечалась при возделывании озимой пшеницы после кукурузы на силос (табл. 82).

Вариант — основное внесение удобрений с повышенной дозой азота ($N_{90}P_{60}K_{30}$) и некорневая подкормка — имел в наших опытах самую высокую экономическую эффективность (табл. 83).

Однако двукратное внесение азота (основное + некорневая подкормка N_{30}) не всегда и не во всех районах —

81. Влияние минеральных удобрений в зависимости от срока применения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 при выращивании по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	42,5	76	12,73	29,6	263	529
N ₃₀ (некорневая подкормка)	44,0	84	13,93	32,6	302	564
P ₆₀ K ₃₀	45,3	76	12,68	29,6	262	526
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	46,8	85	13,72	32,7	290	551
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀ (фон)	46,9	83	13,35	31,1	280	546
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью	48,6	86	13,57	31,6	291	558
Фон + N ₃₀ весной	48,1	86	13,87	32,1	311	558
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью + N ₃₀ весной	49,4	86	13,82	32,1	304	561
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	50,8	88	14,64	35,0	308	581
Фон + N ₃₀ (некорневая подкормка)	48,4	89	14,46	34,4	336	578
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	49,6	85	13,90	33,3	292	556
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	51,0	89	14,65	36,2	320	583
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	50,1	88	14,02	33,3	298	561
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	50,7	91	14,78	36,5	324	586

наиболее оптимальный вариант. Как уже отмечалось, некорневая подкормка сопряжена со многими трудностями и проводить ее далеко не во всех случаях целесообразно.

Дробное внесение азота позволяет широко маневрировать использованием азотных туков для получения хороших урожаев высококачественного зерна. В условиях производства при основной обработке почвы зачастую внести азотные туки не представляется возможным. Тогда можно применять осеннюю или весеннюю, лучше прикорневую, подкормки и затем позднее внесение азота в виде сухих туков или некорневой подкормки. Возможны различные другие варианты дробного внесения азота с использованием доз и приемов, описанных в предыдущих разделах. Но следует иметь в виду, что при

82. Влияние различных сроков и способов внесения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Безостая I при выращивании после кукурузы на силос (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974 *, 1978, 1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	31,6	57	11,37	25,5	231	513
N ₃₀ (некорневая подкормка)	33,2	71	12,49	28,8	272	558
P ₆₀ K ₃₀	33,6	51	11,23	25,3	219	518
То же +N ₃₀ (некорневая подкормка)	35,1	71	12,64	29,1	255	551
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀ (фон)	39,8	66	11,68	27,3	245	529
Фон +N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью	42,8	73	11,92	28,5	250	544
Фон +N ₃₀ весной	41,9	74	12,02	28,4	236	545
Фон+N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью + N ₃₀ весной	44,1	76	12,26	28,8	245	543
То же +N ₃₀ (некорневая подкормка)	45,3	86	13,24	32,4	287	568
Фон +N ₃₀ (некорневая подкормка)	41,4	80	13,03	30,8	295	566
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	45,0	81	12,97	30,5	267	552
То же +N ₃₀ (некорневая подкормка)	46,7	88	14,02	33,7	321	580
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	45,4	84	13,23	30,9	284	567
То же +N ₃₀ (некорневая подкормка)	46,7	91	14,52	34,3	311	595

* Без данных за 1972 г.

планируемой урожайности озимой пшеницы 30 ц/га и более для получения зерна, отвечающего требованиям сильной пшеницы, необходимо в большинстве случаев внести 90—120 кг азота. Более низкие дозы могут обеспечить желаемый эффект на плодородных почвах, в севооборотах с многолетними бобовыми травами, в условиях засухи. Практически во всех случаях для получения высококачественного зерна необходимо вносить азот (N₃₀) после выхода растений в трубку и до начала налива зерна.

При рациональном (дробном) использовании азота, выборе оптимального способа поздней корневой или некорневой подкормки в степных и лесостепных районах СССР можно получать зерно с содержанием белка на

83. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений под озимую пшеницу сорта Безостая 1 при различных способах и сроках внесения азота (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974, 1978—1979 гг.)

Вариант опыта	Стоимость всей продук- ции, руб/га	Затраты на 1 га, руб.		Чистый доход, руб/га	
		всего	на удоб- рения	всего	благо- даря вне- сенню удобре- ний
<i>Предшественник черный пар</i>					
Без удобрений	398,58	85,40	—	313,18	—
N ₃₀ (некорневая под- кормка)	421,38	94,82	9,42	326,56	13,38
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀ (фон)	444,51	105,44	20,04	339,07	25,89
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью	466,15	119,40	34,00	346,75	33,57
Фон + N ₃₀ весной	468,70	112,53	27,13	356,17	42,99
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью + N ₃₀ весной	476,86	126,11	40,71	350,75	37,57
То же + N ₃₀ (некорне- вая подкормка)	501,50	134,51	49,11	366,99	53,81
Фон + N ₃₀ (некорневая подкормка)	474,78	114,86	29,46	359,92	46,74
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	488,94	113,41	28,01	375,53	62,35
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	523,23	123,90	38,56	399,33	86,15
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	492,99	120,39	34,99	372,60	59,42
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	519,23	130,26	44,86	388,97	75,79
<i>Предшественник кукуруза на силос*</i>					
Без удобрений	283,84	71,98	—	211,86	—
N ₃₀ (некорневая под- кормка)	307,42	81,37	9,39	226,05	14,19
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀ (фон)	359,82	94,22	22,40	265,60	53,74
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью	401,27	108,77	36,79	292,50	80,64
Фон + N ₃₀ весной	391,81	101,72	29,74	290,09	78,23
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ осенью + + N ₃₀ весной	418,25	115,56	43,58	302,69	90,83
То же + N ₃₀ (некорне- вая подкормка)	434,56	122,68	50,70	311,88	100,02
Фон + N ₃₀ (некорневая подкормка)	391,29	103,54	31,56	287,75	75,89
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	432,41	104,63	32,65	327,78	115,92
То же + N ₃₀ (некорневая подкормка)	473,16	113,99	42,01	359,17	147,31
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	436,72	110,55	38,57	326,17	114,31
То же + N ₃₀ (некорне- вая подкормка)	453,22	119,97	47,99	333,25	121,39

* Без данных за 1972 г.

уровне сильной пшеницы. Необходимо только правильно выбрать систему удобрения каждого поля с учетом плодородия почвы, динамики развития растений, обеспеченности их азотом (в первую очередь по окраске листьев), степени повреждения листьев ржавчиной, генетических особенностей сорта и т. д.

ОРОШЕНИЕ

Значительный резерв увеличения производства зерна в засушливых районах — выращивание озимой пшеницы на орошаемых землях, где можно ежегодно получать высокие и устойчивые урожаи. Расширение производства пшеничного зерна на орошаемых землях выдвигает на первый план проблему улучшения его качества. Многочисленные опыты и производственная практика показали, что при орошении наблюдается существенное снижение содержания белка и клейковины в зерне, падает его стекловидность.

В связи с этим важно выяснить причины снижения качества зерна, его взаимосвязь с урожайностью, условиями погоды и определить основные пути его улучшения. Рассмотрим это на примере результатов научных исследований, полученных в степной зоне Украинской ССР.

Биоклиматические ресурсы юга Украины позволяют получать здесь очень высокие урожаи озимой пшеницы. За период ее вегетации поступление энергии фотосинтетически активной радиации составляет в среднем 2,6 млрд. ккал/га, из которых пшеница может использовать 120—130 млн. ккал/га. Этого количества энергии достаточно для образования 230—240 ц/га сухого вещества, или почти 100 ц/га зерна. Но многолетние исследования и практика степного земледелия показали, что здесь главный лимитирующий фактор, ограничивающий получение высоких урожаев, — вода. Поэтому орошение имеет решающее значение.

В исследованиях Генической опытной станции наилучшие условия для роста и развития растений создавались на делянках, где предпосевной полив сочетался с вегетационным. Один влагозарядковый полив не обеспечивал достаточной влажности почвы под пшеницей в течение ее вегетации, так как в период выхода растений в трубку — налив зерна верхние слои почвы обычно силь-

но иссушались, и основная часть корней, расположенная в них, снижала жизнедеятельность или отмирала, что отрицательно влияло на урожай.

Эффективность влагозарядковых и вегетационных поливов в разные по увлажнению годы была неодинаковой. Наибольшую прибавку урожая предпосевные поливы обеспечивали в годы с засушливой осенью. При достаточном количестве осадков, когда создавались благоприятные условия для получения своевременных, полноценных всходов и хорошего развития растений с осени, эффективность влагозарядки намного снижалась, но в этих условиях вегетационные поливы способствовали получению более высокого урожая. Во все годы исследований самая высокая урожайность зерна озимой пшеницы была в вариантах опыта, где наряду с предпосевным поливом проводились вегетационные.

При таком режиме орошения устранялся дефицит влаги в осенний период и складывался благоприятный водный режим почвы под озимой пшеницей весной и летом. Высокая продуктивность орошаемой озимой пшеницы обуславливалась повышенной фотосинтетической способностью листьев, мощным развитием листового аппарата. Кроме того, корневая система у орошаемой озимой пшеницы, как отмечают Н. С. Петин (1959), Г. Р. Пикуш, В. И. Бондаренко, М. М. Повзик (1977), развивается значительно интенсивнее, причем увеличивается не только ее масса, но и общая адсорбирующая активнопоглощающая поверхность.

Поливы, способствуя значительному увеличению урожайности, отрицательно влияли на стекловидность, содержание белка и клейковины, а также на некоторые другие показатели качества (табл. 84).

Под влиянием поливов, особенно вегетационных, происходит изменение физических свойств зерна. В годы с воздушной засухой в период его налива и созревания наблюдается уменьшение крупности. Так, в 1970 г. масса 1000 зерен снизилась на 2,7 г по сравнению с этим показателем неполивной пшеницы. В годы, когда в период после тестообразного состояния зерна наступала воздушная засуха, снижалась его натура. Например, в 1969 г. при двух вегетационных поливах она уменьшилась на 34 г, при одном — на 12 г по сравнению с натурой зерна неорошаемой пшеницы. В обычных погодных

84. Влияние режима орошения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Геническая опытная станция, в среднем за 1967—1970 гг.)

Нормы влагозарядковых и вегетационных поливов, м ³ /га	Урожайность, ц/га	Натура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила, муки, е. а.
				белка в зерне	клейковины в муке	
Без полива	32,6	823	76	13,42	32,0	190
600	42,2	819	56	11,86	27,3	150
1200	44,1	814	55	12,00	27,1	152
600+600	48,0	818	56	12,08	26,4	152
600 + 2×600	50,9	815	50	11,69	25,5	187

условиях в период налива и созревания зерна его масса и натура под влиянием орошения изменялись мало.

При влагозарядковых и вегетационных поливах ухудшалась консистенция зерна. Его стекловидность в среднем за 4 года была на 20 % ниже по сравнению с этим показателем у неполивной пшеницы, а при двух дополнительных вегетационных поливах — на 26 %. Отмечались случаи, когда стекловидность зерна при поливе снижалась в 2 раза и более. Так, в 1967 и 1968 г., когда в мае — июне выпала среднемесячная норма осадков, при орошении стекловидность зерна была ниже, чем в вариантах без орошения, соответственно на 48 и 26 %. Стекловидность зерна на контрольном варианте в 1967 г. равнялась 67 % и в 1968 г. — 66 %. Такое резкое снижение стекловидности обусловлено тем, что при одинаковой обеспеченности почвы питательными веществами при поливе был получен урожай в 2 раза выше, чем без полива. В то же время в 1969 и 1970 г., когда урожайность при поливе и без орошения отличалась не так резко, различия в стекловидности зерна были также меньшими.

При повышенных нормах полива содержание белка в зерне снижалось так же, как и при небольших нормах (600 м³/га) влагозарядковых поливов. Так, в среднем за 4 года содержание белка в зерне снизилось от влагозарядкового полива (600 м³/га) на 1,56 % и от влагозарядкового и двух вегетационных поливов по 600 м³/га на 1,73 % по сравнению с неорошаемым контролем. Эта закономерность сохранялась как во влажные, так и в засушливые годы.

Исходя из этого, можно сделать заключение, что основная причина снижения содержания белка в зерне при орошении — более высокая урожайность. В те годы, когда урожайность поливной пшеницы увеличилась в 2 раза и более, содержание белка в зерне резко снизилось, и, наоборот, в те годы, когда урожайность орошаемой и богарной пшеницы отличалась незначительно, содержание белка в зерне при поливе снизилось меньше.

Такая же закономерность наблюдалась и по содержанию клейковины в муке (табл. 85).

85. Качество зерна орошаемой озимой пшеницы Безостая 1 в зависимости от уровня урожайности (Геническая опытная станция)

Нормы влагозарядковых и вегетационных поливов, м ³ /га	Урожайность, ц/га		Содержание, %			
	1963 г.	1970 г.	белка в зерне		клейковины в муке	
			1968 г.	1970 г.	1968 г.	1970 г.
Без полива	24,1	49,6	13,95	13,59	31,4	33,8
600	43,9	50,6	10,00	12,25	25,9	29,8
1200	46,4	49,5	10,31	12,73	25,1	30,8
600+600	50,4	52,0	10,68	12,54	25,8	31,2
600+2×600	54,6	55,1	10,31	12,73	24,2	31,6

Качество клейковины при поливе, как правило, не ухудшается. В левобережной лесостепи Украины орошение даже способствовало ее улучшению, определяемому удельной растяжимостью, гидратацией, содержанием сульфгидрильных и дисульфидных связей, степенью диспергирования клейковинного белка (Кучумова и др., 1974).

Снижение белковости зерна в условиях орошения отмечали многие отечественные и зарубежные исследователи. Основная причина этого явления в том, что при равных условиях минерального питания при орошении, как правило, формируется значительно выше урожай, и в результате изменяется соотношение поступающих в зерно азотистых веществ и углеводов. Растения при орошении образуют большую вегетативную массу, поверхность листьев увеличивается. Это приводит к преобладанию синтеза углеводов, особенно в период налива зерна. Общее количество азота, поступившего в зерно в пересчете на единицу площади, существенно увеличивается, возрастает валовой сбор белка с гектара, однако

относительное содержание белковых веществ в зерне уменьшается. Например, на Генической опытной станции в среднем за 1967—1970 гг. сбор сырого белка на неполивной делянке составил 437,5 кг/га, а при влагозарядке и двух вегетационных поливах — 595,0 кг/га, при этом белка в зерне без полива было 13,42 %, а при орошении — 11,69 %.

Снижение белковости зерна при орошении не связано с удлинением вегетационного периода. Так, в опытах И. Д. Ткалича на Генической опытной станции в 1966 и 1967 г. созревание орошаемой пшеницы наступило даже несколько раньше, чем неполивной, а в 1968 и 1969 г. на 4 дня позднее при двух вегетационных поливах. Однако во всех случаях белковость зерна снижалась у поливной пшеницы (табл. 86).

Для получения в условиях орошения высокобелкового зерна необходимо повысить уровень обеспеченности растений азотом, особенно в период формирования и налива. Наиболее надежный путь решения этой задачи —

86. Время созревания озимой пшеницы сорта Безостая 1 и белковость зерна в зависимости от режима орошения (Геническая опытная станция)

Норма полива, м ³ /га	Дата полной спелости	Содержание белка в зерне, %	Урожайность, ц/га	Количество внесенного азота на 1 ц зерна, кг
<i>1966 г.</i>				
Без полива 1200	29.06	10,26	37,8	2,4
	27.06	10,00	38,9	2,3
<i>1967 г.</i>				
Без полива 1200 600+2×600	09.07	13,04	23,4	3,8
	02.07	12,08	42,7	2,1
	04.07	11,12	47,7	1,9
<i>1968 г.</i>				
Без полива 1200 600+2×600	22.06	13,95	24,1	3,7
	22.06	10,31	46,4	1,9
	26.06	10,31	54,6	1,6
<i>1969 г.</i>				
Без полива 1200 600+2×600	06.07	13,10	33,3	2,7
	06.07	12,90	37,9	2,4
	10.07	12,60	46,3	1,9

применение системы удобрения в комплексе с другими агротехническими приемами (предшественники, обработка почвы и др.).

Важное значение для получения высококачественного зерна орошаемой озимой пшеницы имеют дозы, виды и сроки внесения удобрений. Исследованиями установлено, что для выращивания озимой пшеницы интенсивного типа после кукурузы на силос недостаточно вносить перед посевом 60 кг/га азота. Внесение таких доз азотных удобрений увеличивало урожай, но содержание белка и клейковины, а также все показатели качества оставались на уровне орошаемой неудобренной пшеницы. Фосфорные удобрения не влияли положительно ни на урожай, ни на качество зерна (табл. 87).

87. Влияние азотных и фосфорных удобрений в условиях орошения на качество зерна озимой пшеницы Безостая I (Геническая опытная станция, в среднем за 1966—1969 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекловид- ность, %	Содержание, %		Объем хлеба, см ³
					белка в зерне	клей- ковины в муке	
Без удобрений	28,0	42,3	808	42	10,63	24,3	425
N ₆₀	38,6	43,4	811	42	10,53	23,3	425
P ₆₀	27,9	43,2	813	40	10,61	23,4	445
N ₆₀ P ₆₀	38,9	43,4	817	46	10,81	23,8	443

Отсутствие эффекта объясняется тем, что при достаточной обеспеченности растений влагой внесенный азот усиливал ростовые процессы и использовался на образование вегетативной массы, что, в свою очередь, увеличивало потребность растений в азоте, то есть происходило так называемое азотное разбавление. Например, в 1966 г. без внесения удобрений масса абсолютно сухих 100 растений во время весеннего кущения составила 13,56 г, а на делянках с N₆₀P₆₀ — 42,99 г, в восковую спелость — соответственно 190,6 и 383,8 г.

Качество зерна озимой пшеницы при орошении заметно повышается при внесении под предпосевную культивацию 120 кг/га азота. Более высокие дозы (150 кг/га) не имели преимуществ ни в повышении урожайности, ни в улучшении качества зерна озимой пшеницы Безостая I (табл. 88).

88. Влияние различных доз азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 в условиях орошения (Геническая опытная станция, в среднем за 1968—1972 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Объем хлеба, см ³
					белка в зерне	клейковины в муке	
Без удобрений	36,4	41,0	822	75	12,18	28,9	495
N ₆₀ P ₆₀	42,1	40,7	826	78	12,72	29,8	506
N ₉₀ P ₆₀	43,5	40,6	827	77	12,40	29,0	504
N ₁₂₀ P ₆₀	44,3	41,7	827	84	12,98	31,0	522
N ₁₅₀ P ₆₀	43,5	40,8	827	84	13,10	31,7	521

По данным Украинского НИИ орошаемого земледелия (Собко и др., 1972), на южном легкосуглинистом черноземе наиболее эффективное действие на накопленные азотистых веществ и хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы при орошении также оказывают повышенные дозы азота в основном удобрении (120—150 кг/га). Аналогичные данные получены в исследованиях, проведенных в других зонах страны (Вертий, Волкова, 1972; Голубцов, 1973; Коданев, Масловский, 1974; Марушев, Стадник, 1977).

Необходимо подчеркнуть, что в условиях орошения при внесении перед посевом высоких доз азотных удобрений (90—120 кг/га азота) далеко не всегда формируется высококачественное зерно. Обусловлено это тем, что на делянках, где вносили азотные туки, образовалось больше надземной массы, для чего использовалось и большее количество питательных веществ. Например, в 1967 г. на Генической опытной станции в период прекращения осенней вегетации масса абсолютно сухих 100 растений на контроле (без удобрений) составила 27,8 г, при внесении N₆₀—32,7 г, N₉₀—44,0 и N₁₂₀—42,1 г; во время выхода растений в трубку соответственно — 57,2; 69,2; 103,6 и 100,8 и во время колошения — 287,8; 409,2; 467,5; 485,4 г. Таким образом, прирост вегетативной массы наблюдался при увеличении доз азотных удобрений до 90 кг/га, а наибольший урожай — при 120 кг/га. Урожайность без удобрений составила 31,7 ц/га, с N₆₀—40,0, с N₉₀—43,1 и с N₁₂₀—47,6 ц/га. Содержание белка в зер-

не соответственно равнялось 10,74; 11,50; 11,69 и 12,65 %.

В этом опыте в вариантах без удобрений и с внесением под предпосевную культивацию 60 и 90 кг/га азота на формирование 1 ц зерна и соломы использовалось одинаковое количество азота — 1,1 кг, а при внесении 120 кг — 1,2 кг. Во всех вариантах (60, 90 и 120 кг/га азота) на синтез дополнительного количества белка растения расходовали 30—33 % внесенного азота.

Многие исследователи (Балябо и др., 1967; Стрельникова, 1971; Вертий, 1972; Тулин, Андриющенко, 1972) отмечали, что в условиях орошения лучшее качество зерна получалось при внесении одной части азота до сева, а другой — осенью или весной в виде подкормок. Однако в опытах, проведенных на Генической опытной станции, такое внесение азотных удобрений не имело преимуществ в повышении качества зерна перед однократным внесением всей дозы под основную обработку почвы, не увеличилась также урожайность зерна (табл. 89).

89. Влияние сроков внесения азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Геническая опытная станция, в среднем за 1970—1972 гг.)

Доза и срок внесения удобрений	Урожайность, ц/га	Стекло-видность, %	Содержание, %		Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке	
Без удобрений	41,0	84	12,80	31,1	502
N ₉₀ P ₆₀ под культивацию	44,9	86	13,41	33,1	517
N ₆₀ P ₆₀ под культивацию + N ₃₀ (весенняя подкормка)	46,1	86	13,15	32,9	513
P ₆₀ под культивацию + N ₉₀ (осенняя подкормка)	44,4	88	13,74	34,5	533
P ₆₀ под культивацию + N ₉₀ (весенняя подкормка)	44,0	88	13,44	34,1	530

Аналогичные результаты получены при выращивании озимой пшеницы после кукурузы на силос в северной степи Украины в вариантах с внесением всей дозы азота в осеннюю или весеннюю подкормки, а также при удобрении в два срока в равных дозах на фоне P₆₀K₆₀ (табл. 90).

Необходимость внесения части азотных удобрений под озимую пшеницу осенью после сева или ранней вес-

90. Влияние однократного и дробного внесения азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (опорный пункт ВНИИ кукурузы, в среднем за 1970—1974 гг.)

Срок внесения азотных удобрений	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
P ₆₀ K ₆₀ под вспашку (фон)	39,5	64	12,77	29,0	212	542
Фон + N ₉₀ под вспашку	55,1	80	13,54	33,0	257	570
» + N ₉₀ » культивацию	56,4	81	13,29	32,3	269	574
Фон + N ₁₂₀ под культивацию	54,6	88	13,00	32,0	292	595
Фон + N ₉₀ (осенняя подкормка)	52,2	72	12,69	30,0	253	564
Фон + N ₉₀ (весенняя подкормка)	49,0	72	13,09	31,2	265	572
Фон + N ₄₅ под культивацию + N ₄₅ (осенняя подкормка)	53,1	73	13,28	32,1	257	562
Фон + N ₄₅ под культивацию + N ₄₅ (весенняя подкормка)	51,1	77	13,41	31,2	250	562
Фон + N ₄₅ (осенняя подкормка) + N ₄₅ (весенняя подкормка)	50,0	77	13,25	30,8	255	558
Фон + N ₉₀ под культивацию + N ₃₀ (весенняя подкормка)	55,5	73	13,45	31,5	242	574

ной обосновывается тем, что в условиях орошения при внесении всей дозы под вспашку происходят большие потери азота. Однако, по данным опытов (Попова и др., 1971), опасность безвозвратных потерь азота при его внесении под зяблевую вспашку в результате миграции сильно преувеличена, так как на связных почвах вымывание нитратного азота невелико. Если и наблюдается опускание нитратов, то, как правило, не столь глубоко, чтобы они оказались за пределами досягаемости корней. При испарении влаги нитраты вновь перемещаются в верхние слои почвы. По данным этих же авторов, на суглинистых темно-каштановых почвах с глубоким стоянием грунтовых вод большая часть азота аммиачной селитры, внесенной под зяблевую вспашку, опускается за зиму не глубже 1 м. К началу вегетационного периода, вымытый в глубь почвы азот нитратов постепенно

подтягивается в корнеобитаемый слой, и растения обеспечиваются азотным питанием в течение всей вегетации.

Таким образом, при выращивании озимой пшеницы на тяжелых почвах в условиях орошения внесение всей дозы азота или ее части в виде осенней или весенней подкормок не имеет преимуществ перед однократным внесением всей дозы под основную обработку почвы или под предпосевную культивацию. На сильно дренированных почвах, вероятно, предпочтительнее вносить азот в два срока. Однако необходимо подчеркнуть, что все эти варианты применения азотных туков при выращивании озимой пшеницы в условиях орошения, как правило, не обеспечивают получения зерна, соответствующего требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам.

Многочисленные опыты свидетельствуют о том, что в орошаемом земледелии для формирования высококачественного зерна необходимо, помимо основного, осеннего и весеннего внесения азота, обязательно проводить подкормку посевов в поздние фазы развития растений (табл. 91).

91. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от сроков подкормки аммиачной селитрой (N_{45}) на поверхность почвы (Апостоловский опорный пункт ВНИИ кукурузы, в среднем из 14 опытов за 1977—1979 гг.)

Срок подкормки по фону	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Фон — $N_{90}P_{90}K_{30}$	58,8	69	14,07	31,1	246	642
Выход в трубку	63,8	79	15,24	34,8	257	651
Колошение	62,1	79	15,82	35,6	275	647
Налив зерна	59,2	74	15,33	34,3	258	650

Увеличивать дозу азота более 45 кг/га при подкормках на поверхность почвы нецелесообразно, так как при этом не происходит ни дальнейшего увеличения урожайности, ни существенного улучшения качества зерна (табл. 92).

Следует подчеркнуть, что внесение 45 кг/га азота во время выхода растений в трубку обеспечивало дополнительный синтез на гектаре 145 кг белка, для чего потребовалось 25,2 кг азота, то есть использование его состава

92. Влияние доз аммиачной селитры при подкормке на поверхность почвы во время выхода в трубку на качество зерна орошаемой озимой пшеницы (Апостоловский опорный пункт ВНИИ кукурузы, в среднем из 14 опытов за 1977—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³	Использование азота, %
			белка в зерне	клейковины в муке			
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀ (фон)	58,8	69	14,07	31,1	246	642	—
Фон + N ₄₅	63,8	79	15,24	34,8	257	651	56
Фон + N ₉₀	63,0	82	15,62	35,5	262	648	30
Фон + N ₁₃₅	62,0	82	15,95	36,8	291	658	21

вило 56 %. 90 кг азота обеспечивали синтез 157 кг белка, для чего потребовалось 27 кг азота, то есть было израсходовано 30 % его; при внесении 135 кг/га азота — соответственно 162, 28,4 и 21.

Эффективным приемом повышения качества зерна озимой пшеницы могут служить поздние некорневые подкормки раствором мочевины. При удобрении озимой пшеницы в период колошение — налив зерна, когда рост растений в основном завершается, азот меньше используется на увеличение надземной массы и больше — на синтез белка и отложение его в зерне.

На Генической опытной станции опрыскивание озимой пшеницы Безостая I в начале молочного состояния зерна 10 %-ным раствором мочевины в дозе 30 кг/га азота оказало положительное влияние на качество зерна (табл. 93).

Эффективность использования азота на синтез дополнительного белка зерна в этих опытах составила 47 %.

93. Качество орошаемой озимой пшеницы Безостая I в зависимости от некорневой подкормки мочевиной в начале молочного состояния зерна (Геническая опытная станция, в среднем за 1967—1973 гг.)

Удобрение	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без удобрений	42,3	823	48	11,41	25,8	194	482
N ₃₀	42,6	825	72	12,94	30,3	273	542

В северной степи Украины на опорном пункте ВНИИ кукурузы (колхоз «Заря коммунизма» Апостоловского района Днепропетровской области) под влиянием некорневой подкормки мочевиной (N₄₅) на фоне предпосевного внесения удобрений также улучшилось качество зерна орошаемой озимой пшеницы (табл. 94).

94. Влияние некорневой подкормки мочевиной (N₄₅) в начале молочного состояния зерна на качество зерна орошаемой озимой пшеницы, выращенной после кукурузы на силос (Апостоловский опорный пункт ВНИИ кукурузы, в среднем из 10 опытов по каждому сорту за 1972—1976 гг.)

Вариант опыта	Стекло- видность, %	Содержани., %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
		белка в зерне	клейкови- ны в муке		
<i>Безостая 1</i>					
N ₁₂₀ P ₇₀ (фон)	85	13,65	33,1	247	537
Фон + подкормка	90	14,67	36,9	308	557
<i>Одесская 51</i>					
Фон	77	12,78	31,7	201	525
Фон + подкормка	84	13,80	35,0	247	565
<i>Днепровская 775</i>					
Фон	80	12,78	32,5	248	512
Фон + подкормка	88	14,24	36,2	293	536

В условиях орошения, так же как и в богарных, опрыскивание можно проводить со времени образования 2—3 междоузлий и до начала молочного состояния зерна. Неплохие результаты дало и двукратное опрыскивание во время образования 2—3 междоузлий и в начале молочного состояния зерна. Сближение сроков опрыскивания (2—3 междоузлия и колошение) не имело преимуществ в улучшении качества зерна перед однократным опрыскиванием во время колошения. Однако использование азота удобрений во втором случае было значительно выше (табл. 95).

Изучая способы повышения качества урожая на орошаемых землях, И. М. Попова с сотрудниками (1971) установили, что применение азота, особенно при сочетании его допосевного внесения с некорневыми подкормками, повысило содержание белка в зерне озимой пшеницы с 10,5 до 13,5 % и клейковины — с 25 до 31 %. Поло-

95. Влияние сроков некорневых подкормок (N_{30}) на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (Геническая опытная станция, в среднем за 1971—1973 гг.)

Срок некорневой подкормки	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Использование азота, %
				белка в зерне	клейковины в муке	
Без удобрений	39,7	39,0	79	12,54	29,3	—
2—3 междоузлия	41,5	39,6	85	13,48	31,0	35,3
Колошение	41,0	40,2	90	14,00	31,6	45,3
Молочное состояние зерна	41,3	39,3	86	13,72	31,2	40,7
2—3 междоузлия и колошение	42,2	40,5	86	13,66	31,4	23,3
2—3 междоузлия и молочное состояние зерна	42,2	39,2	88	14,22	33,9	30,3

жительное влияние некорневой подкормки на качество зерна пшеницы в условиях орошения получено также в других зонах (Павлов, 1965; Залов, Кельбиев, 1967; Боронин, Гуревич, 1972).

Для доведения качества зерна до требований, предъявляемых к сильным пшеницам, в условиях орошения можно применять подкормку на поверхность почвы сухими азотными туками в поздние фазы развития растений или некорневую подкормку (табл. 96).

96. Влияние способов подкормки на качество зерна озимой пшеницы (Апостоловский опорный пункт ВНИИ кукурузы, в среднем из 8 опытов за 1976—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Основное удобрение (фон)	56,7	62	13,28	28,0	216	580
Фон + подкормка на поверхность почвы	56,6	68	14,92	32,1	251	596
Фон + некорневая подкормка	56,7	72	14,95	32,6	248	611

Из всех приведенных материалов следует, что под влиянием влагозарядковых и вегетационных поливов урожайность зерна озимой пшеницы резко возрастает,

но одновременно с этим без внесения удобрений снижаются стекловидность, содержание белка и клейковины в зерне. Главная причина уменьшения белковости зерна орошаемой озимой пшеницы состоит в том, что растения развивают большую вегетативную массу и требуют большего количества питательных веществ. Особенно возрастает дефицит усвояемого азота после полного выхода растений в трубку и в последующие фазы развития озимой пшеницы. Как правило, на единицу урожая зерна при выращивании озимой пшеницы в условиях орошения приходится азота нитратов примерно во столько раз меньше по сравнению с неполивной пшеницей, во сколько раз увеличивается биологический урожай.

Таким образом, для обеспечения растений озимой пшеницы на протяжении всей вегетации достаточным количеством азота с целью получения высококачественного зерна необходимо применять дробное внесение азотных туков. Под основную обработку почвы или под предпосевную культивацию на большинстве полей целесообразно вносить около 90 кг/га азота, но не более 120 кг/га. Целесообразно, особенно на легких почвах, часть азота давать до посева, а другую — осенью в период орошения или ранней весной. Такое применение азотных удобрений обеспечивает хороший урожай. Однако для получения высококачественного зерна необходимо применять поздние корневые или некорневые подкормки в период от образования 2—3 междоузлий до начала налива зерна. Доза азота при корневых подкормках (разбрасывание туков на поверхность почвы) составляет около 45 кг/га, а при некорневых — 30—45 кг/га. В этом случае внесенный азот наиболее эффективно используется для синтеза белков зерна. Дробное внесение азотных удобрений позволяет в условиях орошения получать высокие урожаи зерна, отвечающего требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕТАРДАНТОВ

Полегание озимой пшеницы ограничивает получение высоких урожаев, снижает эффективность удобрений, затрудняет механизированную уборку и ухудшает качество зерна. Потери зерна при сильном полегании составляют в среднем около 30—50 % (Мотренко, 1957; Палеев, 1957; Самохвалов, 1960; Квятковский, 1978).

Снижение степени полегания озимой пшеницы может быть достигнуто селекционным путем — выведением короткостебельных сортов. Однако полукарликовые пшеницы не могут в условиях климата нашей страны и достигнутого уровня агротехники занять всю площадь посева озимой пшеницы. Поэтому в практике используются и будут использоваться химические методы борьбы с полеганием. Для этой цели применяют ингибиторы (ретарданты) роста, к которым относится хлорхолинхлорид (ССС) и его производные, а также наш отечественный препарат тур.

Исследования, проведенные во многих странах, показали, что с помощью ретардантов можно успешно бороться с полеганием пшеницы и увеличивать ее урожайность при внесении повышенных доз азота. Устойчивость к полеганию пшеницы, обработанной хлорхолинхлоридом, повышается в связи с уменьшением высоты растений в результате укорочения междоузлий.

Степень укорочения различных междоузлий зависит от срока применения хлорхолинхлорида: чем позднее он применяется, тем в меньшей степени это сказывается на нижних междоузлиях и больше — на верхних. По данным исследований (Задонцев и др., 1967), в первый срок опрыскивания (начало выхода растений в трубку) в относительно большей степени укоротились первое и второе междоузлия, а во второй срок (начало выколашивания) — третье и четвертое — у сорта Одесская 3 и четвертое и пятое — у сорта Безостая 1. Уменьшение степени укорачивания нижних междоузлий по сравнению с верхними при более позднем опрыскивании исследователи объясняют тем, что ко второму сроку обработки нижние междоузлия уже более или менее сформировались и интенсивность их роста резко уменьшилась. Поэтому ингибирующее действие ретарданта в этом случае не может проявиться в такой же мере, как на более молодых и быстрорастущих междоузлиях. В абсолютном значении во всех случаях в наибольшей степени укоротились верхние междоузлия. Аналогичные данные получены в исследованиях Е. Т. Вареницы, П. П. Смирнитской, В. И. Пономарева (1968). Кроме того, устойчивость пшеницы к полеганию, обработанной хлорхолинхлоридом, повышается в результате увеличения диаметра нижней части стебля.

Влияние хлорхолинхлорида на качество зерна пшеницы изучено мало. Ряд исследователей приходят к выводу, что этот препарат практически не оказывает существенного влияния на качество зерна, но есть данные, которые показывают, что содержание белка в зерне снижается.

В результате изучения качества зерна пшеницы под влиянием препарата тур в условиях Подмосковья установлено, что содержание белка в зерне снижалось в среднем на 0,5—0,8 %, клейковины в муке — на 0,5—3,1 %, сила муки и объем хлеба практически не изменялись (Вареница, Смирнитская, Пономарев, 1968). Кроме того, в литературе есть сообщения, что под влиянием хлорхолинхлорида уменьшался объем хлеба (Штрауб, Винхус, Удачин, 1967).

В степи Украины технологические качества зерна озимой пшеницы, обработанной препаратом тур, изменялись незначительно: в основном наблюдалась тенденция к снижению массы 1000 зерен, содержание белка и клейковины, сила муки и объемный выход хлеба оставались почти на том же уровне (табл. 97).

Высокую эффективность в увеличении урожайности показывает препарат тур при выращивании озимой пше-

97. Влияние препарата тур (4 кг/га) на качество зерна озимой пшеницы при обработке посевов в фазе выхода в трубку (Синельниковская селекционно-опытная станция, в среднем за 1966—1973 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				Белка в зерне	Клейковины в муке		
<i>Одесская 51</i>							
Контроль	34,6	32,1	810	14,22	35,1	127	440
Тур	42,2	31,5	809	13,96	35,0	134	448
<i>Мироновская 808</i>							
Контроль	37,0	36,2	762	14,09	36,2	218	484
Тур	40,1	35,5	753	13,85	35,2	198	491
<i>Безостая 1</i>							
Контроль	41,1	40,0	823	13,40	35,6	241	476
Тур	43,1	39,3	817	13,13	34,7	238	475

ницы в условиях орошения (Пикуш, Сахаров, 1979). Его влияние на качество зерна, главным образом на содержание белка и клейковины, в этих условиях в оптимальной дозе (4 кг/га), при которой происходит максимальное увеличение урожайности, зависело от степени устойчивости сортов к полеганию (табл. 98).

98. Влияние препарата тур на качество зерна орошаемой озимой пшеницы (Апостоловский опорный пункт ВНИИ кукурузы, в среднем за 1972—1974 гг.)

Доза тура, кг/га	Урожай- ность, ц/га	Натура зерна, г	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейко- вины в муке		
<i>Безостая 1</i>						
Контроль	39,7	817	13,55	34,7	278	563
2	41,4	813	13,38	35,0	266	570
4	43,1	804	13,46	33,8	252	567
6	42,1	806	13,60	34,7	255	565
<i>Днепровская 775</i>						
Контроль	40,0	800	12,61	33,1	247	520
2	43,6	794	12,6	33,5	245	540
4	45,2	788	12,78	33,4	229	530
6	45,5	786	12,87	33,4	261	523
<i>Одесская 51</i>						
Контроль	40,6	811	13,42	34,4	182	590
2	43,2	814	13,40	32,4	186	590
4	47,6	809	12,89	33,9	244	567
6	47,1	812	12,91	33,0	218	573

У менее устойчивого к полеганию сорта Одесская 51 при обработке посевов препаратом тур наблюдалась тенденция к снижению белковости зерна и объема хлеба, а у сортов Безостая 1 и Днепровская 775 эти показатели были на уровне контрольной делянки.

Во ВНИИ кукурузы разработан способ использования препарата тур — обработка семян (Задонцев, Пикуш, Гринченко, Пыхтин, 1968). При этом достигается

углубление узла кушения, более мощное развитие корневой системы, повышение зимостойкости, засухоустойчивости, урожайности и устойчивости к полеганию. Намачивание семян в водных растворах препарата тур существенно не изменяло технологических качеств зерна озимой пшеницы (табл. 99).

99. Влияние обработки семян препаратом тур на качество зерна озимой пшеницы (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1968—1973 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекло-видность, %	Содержание, %		Сила муш. е. а.	Объем хлеба, см³
			белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Мироновская 808</i>						
Контроль	36,0	98	13,97	35,3	229	538
Тур	39,2	98	13,65	34,5	232	530
<i>Безостая 1</i>						
Контроль	37,1	98	13,87	35,1	271	537
Тур	41,0	96	13,74	35,3	223	538

Таким образом, многолетние исследования показали, что при опрыскивании препаратом тур посевов озимой пшеницы, как правило, отмечается некоторое незначительное снижение белковости, а обработка семян не оказывает существенного отрицательного влияния на качество зерна. Чтобы исключить возможность снижения содержания белка и клейковины в зерне при опрыскивании посевов препаратом тур, были проведены опыты (Пикуш, Жемела, Пыхтин, 1975) по совмещению этой обработки с некорневой подкормкой мочевиной. Установлено, что это вполне возможно, а действие мочевины и препарата тур было таким же, как при применении их в чистом виде (табл. 100).

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что использование препарата тур для обработки семян или опрыскивания посевов озимой пшеницы в оптимальных дозах, при которых проявляется наиболее положительное влияние на продуктивность, не оказывает существенного влияния на качество зерна. Тенденцию к снижению белковости зерна можно устранить или даже существенно увеличить содержание белка путем одновременного опрыскивания препаратом тур и мочевиной.

100. Влияние совместной и раздельной обработки посевов озимой пшеницы мочевиной и препаратом тур на качество зерна (Синельниковская селекционно-опытная станция, в среднем за 1971—1973 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
		белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Мироновская 808</i>					
Контроль	34,8	15,07	40,9	318	550
Тур в фазе выхода в трубку	40,3	15,01	40,6	297	550
То же совместно с мочевиной	40,4	15,69	42,9	296	570
Тур с мочевиной в фазе выхода в трубку + мочевины в фазе молочной спелости	38,9	15,60	43,4	340	587
Тур в фазе выхода в трубку + + мочевины в фазе молочной спелости	40,0	15,96	45,1	324	578
Мочевина в фазе выхода в трубку	36,7	15,16	42,1	306	570
Мочевина в фазе молочной спелости	36,4	15,79	45,0	334	583
<i>Одесская 51</i>					
Контроль	45,0	13,97	37,6	307	527
Тур в фазе выхода в трубку	50,9	13,76	37,0	314	517
То же совместно с мочевиной	50,9	13,98	38,2	286	533
Тур с мочевиной в фазе выхода в трубку + мочевины в фазе молочной спелости	51,2	14,90	40,4	301	563
Тур в фазе выхода в трубку + + мочевины в фазе молочной спелости	52,1	14,25	39,8	287	560
Мочевина в фазе выхода в трубку	47,7	14,21	38,7	323	547
Мочевина в фазе молочной спелости	47,7	15,09	40,6	312	563
<i>Днепровская 775</i>					
Контроль	43,2	13,84	39,2	169	523
Тур в фазе выхода в трубку	46,8	13,60	38,3	159	530
То же совместно с мочевиной	46,7	14,04	38,3	166	553
Тур с мочевиной в фазе выхода в трубку + мочевины в фазе молочной спелости	46,0	14,42	40,8	178	560
Тур в фазе выхода в трубку + + мочевины в фазе молочной спелости	47,1	14,10	39,9	166	563
Мочевина в фазе выхода в трубку	44,8	14,19	39,4	169	540
Мочевина в фазе молочной спелости	44,0	14,90	40,8	162	563

БОРЬБА С СОРНЯКАМИ, ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ

Сорняки. Отрицательное действие сорняков в первую очередь проявляется на снижении урожайности озимой пшеницы. Подсчитано, что при наличии на 1 м² 11 побегов горчака розового урожайность ее снижается на 28—30 %, при 26 побегах — на 48—50 и при 60—70 — на 70—75 %. Если на 1 м² насчитывается 11 побегов бодяка полевого — теряется 19—20 % урожая, 18—20 побегов — 60—70 %; 25 побегов на 1 м² дескурайнии Софии уменьшают сбор зерна на 14 %, 50 побегов — на 25; 100 побегов — на 32 % (Фисюнов, 1973).

Сорняки в посевах озимой пшеницы оказывают отрицательное влияние также на качество зерна. Наличие в зерне семян горчицы, полыни, горчака и других сорняков придает муке неприятный запах и вкус, а таких видов, как куколь, плевел, белена, дурман, может вызывать отравление людей.

Проведенные исследования показали также, что сорные растения оказывают отрицательное влияние не только на урожайность, но и на технологические достоинства зерна озимой пшеницы (табл. 101).

Содержание белка в зерне и клейковины в муке при выращивании озимой пшеницы в куртине бодяка полевого не снизилось, но качество клейковины значительно

101. Качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 в зависимости от характера и степени засоренности ее посевов

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
			белка в зерне	клейковины в муке		
Без зимующих сорняков (контроль)	41,2	98	14,14	34,0	379	640
Засорение зимующими сорняками (50—70 шт/м ²)	31,1	97	13,22	33,0	360	640
Без бодяка полевого (контроль)	46,5	98	14,02	35,0	245	570
В куртине бодяка полевого	43,5	98	14,02	34,9	167	500
Без горчака ползучего (контроль)	50,3	100	14,02	37,8	490	690
В куртине горчака ползучего	38,5	80	10,37	24,2	280	610

ухудшилось — на контроле она была второй группы, а на опытной деланке — третьей, что отрицательно повлияло на силу муки и объем хлеба. При засоренности посевов озимой пшеницы горчаком ползучим существенно ухудшилось качество зерна.

Наличие на 1 м² 150—250 растений дескурайнии Софии ухудшало качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808. Например, в 1970 г. под влиянием этого сорняка снизилось содержание белка в зерне на 0,54 %, клейковины в муке — на 2, стекловидность зерна — на 6 % по сравнению с этими показателями на контроле (табл. 102).

102. Влияние степени засоренности посевов озимой пшеницы Мироновская 808 растениями дескурайнии Софии на качество зерна

Число сорняков на 1 м ²	Стекло- видность, %	Содержание, %	
		белка в зерне	клейковины в муке
Без сорняков (контроль)	92	12,06	32,6
25—50	87	11,79	32,2
100—125	86	11,70	32,4
150—250	86	11,52	30,6

Использование химических методов борьбы с сорняками не должно сопровождаться снижением урожайности зерна или ухудшением его качества. В большинстве случаев применение гербицидов в оптимальных дозах на посевах озимой пшеницы или предшествующих культур не оказывает отрицательного влияния. Однако известно, что при использовании в посевах предшествующих культур стойких препаратов с замедленным разложением в почве некоторые показатели качества пшеничного зерна ухудшаются.

Для борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы применяют гербициды группы 2,4-Д, которые обладают высокой селективностью, но при неправильном их использовании могут повреждать и культурные растения. При контакте восприимчивого растения с гербицидом наблюдается смена нескольких фаз реакций (чувствительности): возбуждение и острая депрессия, завершающаяся гибелью. Если действие вредного фактора ограничено во времени и не вызывает необратимых повреж-

дений, то фазы подавления растительного организма сменяются восстановлением его нормальных физиолого-биохимических функций. При обработке озимой пшеницы амниной солью 2,4-Д через 10—15 дней у растений было меньшее количество зеленых листьев и более низкая оводненность тканей (Фисюнов, Жемела, Матюха, 1976). Можно предположить, что уменьшение количества зеленых листьев снижало активность фотосинтетической деятельности растений и накопление ими сухого вещества. В дальнейшем эти различия между опрыснутыми и контрольными растениями постепенно сглаживались и через 30 дней различий не было заметно.

Применение амниной соли 2,4-Д в оптимальных дозах (0,6—0,8 кг/га)* в фазе полного кущения — начале выхода озимой пшеницы в трубку не оказывало отрицательного влияния на процессы жизнедеятельности растений. Некоторое торможение начального роста и развития под влиянием гербицида постепенно исчезало, и обработанные растения озимой пшеницы формировали урожай, который по величине и основным показателям структуры не отличался от контрольного.

Опрыскивание посевов, засоренных зимующими сорняками, в фазе полного кущения — начала выхода в трубку амниной солью 2,4-Д (0,6—0,8 кг/га) позволило уничтожить в опыте 92—93 % сорняков и сохранить от потерь 3,5—4,5 ц/га зерна озимой пшеницы. Качество его (стекловидность, содержание белка и клейковины, сила муки и хлебопекарные свойства) не изменилось (табл. 103). Применение 2,4-Д раньше указанного срока (начало кущения) или позднее (перед выколашиванием озимой пшеницы) было менее эффективным. Это объясняется повреждением вегетативных и генеративных органов растений: наблюдались ветвистость колоса, срастание колосковых чешуй, пустоколосица, утолщение узлов, искривление стеблей.

Систематическое применение гербицидов группы 2,4-Д вызывает экологическую смену сорных растений и обуславливает постепенное накопление в агрофитоценозах видов, устойчивых к этим препаратам, что требует чередования применяемых для борьбы с сорняками препаратов, обладающих различным спектром действия. Такой гербицид — 2М-4ХП, который превосходит по

* Нормы гербицидов указаны по действующему веществу.

103. Влияние аминной соли 2,4-Д на качество зерна озимой пшеницы Безостая 1 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1971—1973 гг.)

Вариант опыта	Количество сорняков перед уборкой урожая на 1 м ²	Урожайность, ц/га	Стекловидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без гербицидов и аммиачной селитры (контроль)	44,2	25,4	92	13,65	33,3	368	622
Аминная соль 2,4-Д (0,6 кг/га) + аммиачная селитра (5 кг/га) в фазе кушения — начала выхода в трубку	3,5	29,9	92	13,25	34,3	345	627
Аминная соль 2,4-Д (0,8 кг/га) + аммиачная селитра (5 кг/га) в фазе кушения — начала выхода в трубку	3,0	30,0	94	13,69	34,1	365	605
Аминная соль 2,4-Д (1,2 кг/га) + аммиачная селитра (5 кг/га) в фазе кушения — начала выхода в трубку	2,8	29,3	93	13,60	35,2	342	625
Аминная соль 2,4-Д (0,6 кг/га) + аммиачная селитра (5 кг/га) в фазе трубкования	3,2	29,0	94	13,63	33,8	389	623
Аминная соль 2,4-Д (0,8 кг/га) + аммиачная селитра (5 кг/га) в фазе трубкования	3,2	28,6	93	13,87	35,2	357	610
Аминная соль 2,4-Д (1,2 кг/га) в фазе трубкования	3,5	27,9	94	13,76	33,4	370	615
Аминная соль 2,4-Д (1,2 кг/га) перед выколашиванием	7,6	26,4	92	13,29	32,9	349	612

своей токсичности 2,4-Д, вызывая более полное подавление и гибель двудольных сорных растений. Данные, полученные в опытах лаборатории борьбы с сорной растительностью ВНИИ кукурузы, показали, что при одном и том же сроке применения (фаза кушения — начала выхода растений пшеницы в трубку) 2М-4ХП обеспечивал более полное подавление зимующих и многолетних

корнеотпрысковых сорняков по сравнению с аминной солью 2,4-Д. Здесь не выявлено существенных различий в эффективности изучаемых (1—3 кг/га) доз названного препарата. Опрыскивание посевов озимой пшеницы в фазе кушения — начала выхода растений в трубку гербицидом 2М-4ХП (1—3 кг/га) обеспечивало гибель 91,2—95,3 % двудольных сорняков и дополнительный сбор зерна 2,7—3,4 ц/га, качество его не изменялось (табл. 104).

104. Качество зерна озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару, в связи с применением гербицида 2М-4ХП (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1972—1973 гг.)

Вариант опыта	Количество сорняков перед уборкой урожая на 1 м ²	Урожайность, ц/га	Стелювидность, %	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
Без гербицида (контроль)	17,0	28,7	90	13,82	34,5	299	620
2М-4ХП (1 кг/га) в фазе кушения — начала выхода в трубку	1,5	32,1	90	14,08	34,8	338	645
2М-4ХП (2 кг/га) в фазе кушения — начала выхода в трубку	1,0	31,9	92	13,42	34,4	384	635
2М-4ХП (3 кг/га) в фазе кушения — начала выхода в трубку	0,8	31,4	92	14,22	34,7	412	615

Один из наиболее злостных и трудноискоренимых засорителей посевов озимой пшеницы на юге Украины — горчак ползучий (розовый), который, как было отмечено выше, значительно снижает продуктивность и качество зерна этой культуры. Обладая мощной корневой системой, проникающей на глубину до 10 м, он потребляет большое количество воды и питательных веществ из почвы и отравляет ее ядовитыми выделениями.

В 1972—1975 гг. на Генической опытной станции изучали эффективность сочетания механических обработок черного пара с внесением хлоркродилового эфира 2,4-Д для борьбы с горчаком розовым (Циков, Жемела и др., 1978). Более полное подавление горчака достигалось

проведением разноглубинных (от 12—14 до 6—8 см) культиваций с последующим опрыскиванием его за 1,5—2 месяца до начала сева озимой пшеницы хлоркродиловым эфиром 2,4-Д (1 кг/га) в сочетании с аммиачной селитрой (10—15 кг/га). Комплексное уничтожение сорняка способствовало созданию лучшего пищевого режима и более полному сохранению влаги в посевном слое почвы, что, в свою очередь, обеспечивало своевременные и дружные всходы. В результате прибавка урожайности составила 2,8 ц/га, содержание белка в зерне повысилось на 1,4 %, клейковины в муке — на 1,8 % (табл. 105).

105. Влияние приемов ухода за черным паром на урожайность и качество зерна озимой пшеницы (Геническая опытная станция, в среднем за 1973—1975 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Содержание, %	
		белка в зерне	клейковины в муке
Разноглубинные культивации (от 12—14 до 6—8 см) (контроль)	24,4	14,2	32,4
То же + хлоркродиловый эфир 2,4-Д (1 кг/га)	27,2	15,6	34,2

Распространенный предшественник озимой пшеницы — кукуруза, убранный на силос. Для борьбы с сорняками в посевах этой культуры применяют производные симм-триазинов (атразин, симазин, и др.). Они медленно разлагаются в почве (1—2 года), поэтому в зависимости от складывающихся погодных условий, а также используемых доз могут оказывать различное влияние на высеваемую после кукурузы озимую пшеницу. При изменении сроков внесения гербицидов на более ранние (под первую ранневесеннюю культивацию) или при обработке осенью заметно снижалось их отрицательное действие на озимую пшеницу (Гриценко, 1964). Неплохие результаты получены при внесении гербицидов ленточным способом (Бука, 1968; Макодзеба, Живилова, 1969), при замене поверхностной обработки почвы под кукурузу вспашкой (Фисюнов, 1968).

На Измаильской опытной станции изучались способы ослабления токсичности симазина на озимую пшени-

цу и его влияние на качество зерна (Фисионов, Воробьев, Жемела, 1973). В одних опытах устанавливали более ранние сроки внесения гербицидов, в других — способы обработки почвы после уборки кукурузы и в третьих — способы внесения гербицидов в почву. На участках, обработанных симазинем, у озимой пшеницы осенью были этиолированы листья, а весной около 12 % растений погибло. При перенесении срока обработки поля под кукурузу гербицидами на осень и начало весны отрицательное действие на пшеницу ослабевало, но урожайность не достигала уровня контроля.

В годы с достаточным количеством осадков по степени последствия симазина на озимую пшеницу из способов его внесения в оптимальной дозе (2 кг/га) наиболее перспективным оказался ленточный. В засушливые годы урожайность озимой пшеницы от этой дозы симазина

106. Влияние симазина на качество зерна озимой пшеницы
Безостая 1, выращенной после кукурузы на силос
(Измайльская опытная станция, в среднем за 1968—1970 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Содержание, %	
		белка в зерне	клейковины в муке
<i>Сроки внесения симазина под кукурузу</i>			
Без симазина (контроль)	22,8	10,89	38,4
Осенью	21,6	11,51	32,7
Рано весной	19,5	12,25	34,1
После посева кукурузы	18,6	11,85	28,9
<i>Способы обработки почвы после уборки кукурузы</i>			
Вспашка (контроль)	20,7	11,72	32,1
Поверхностная обработка почвы (контроль)	22,0	11,69	31,4
Симазин (2 кг/га) на фоне:			
вспашки	17,6	12,07	32,1
поверхностной обработки почвы	18,7	13,26	35,0
<i>Способы внесения симазина под кукурузу</i>			
Контроль (без симазина)	24,2	11,76	31,0
Симазин (2 кг/га) при внесении:			
сплошным способом	19,6	13,26	34,4
ленточным »	23,4	11,58	29,8

снизилась. Качество зерна улучшилось, однако это было вызвано снижением урожайности (табл. 106).

В тех случаях, когда урожайность пшеницы под действием симазина (ленточный способ внесения) не изменялась, наблюдалась тенденция к снижению содержания белка и клейковины.

На Красноградской опытной станции остаточное количество симазина под кукурузу при ленточном внесении в дозе 2 кг/га не снижало урожайности озимой пшеницы, посеянной после поверхностной обработки почвы. Увеличение дозы симазина до 3 кг/га при обоих способах применения сопровождалось отрицательным последствием на растения озимой пшеницы и уменьшением урожайности зерна соответственно на 1,9; 1,7 и 1 ц/га (Циков, Жемела и др., 1978). Качество зерна, главным образом содержание белка в зерне и клейковины в муке, повышалось в тех вариантах применения гербицидов, в которых урожайность от их действия уменьшалась (табл. 107).

107. Остаточное влияние симазина на качество зерна озимой пшеницы Мироновская 808 (Красноградская опытная станция, в среднем за 1969—1972 гг.)

Доза симазина (кг/га), способ внесения	Урожайность, ц/га	Натура зерна, ц	Стекловидность, %	Содержание, %		Сыла муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
				белка в зерне	клейковины в муке		
<i>Поверхностная обработка почвы</i>							
Без гербицида (контроль)	36,5	773	94	12,02	30,9	206	510
2, сплошной	36,4	772	96	12,15	30,5	191	500
2, ленточный	36,6	777	92	12,56	30,7	175	518
3, сплошной	34,8	772	98	12,59	32,1	207	513
3, ленточный	35,5	774	97	13,20	33,1	187	517
<i>Вспашка под озимую пшеницу на глубину 20—22 см</i>							
Без гербицида (контроль)	40,9	778	97	12,43	32,7	182	500
2, сплошной	41,0	777	94	12,38	32,3	166	503
3, »	39,4	774	94	12,46	32,5	187	507



Рис. 11. Зерно, поврежденное клопом-черепашкой:
а — в фазе молочного состояния; б — в фазе начала восковой спелости;
в — в фазе полной спелости.

Следует подчеркнуть, что интенсификация земледелия будет сопровождаться существенным ростом применения химических средств борьбы с сорной растительностью, и крайне важно, чтобы этот процесс обеспечивал создание лучших условий не только для получения высоких и устойчивых урожаев, но и сохранения или даже улучшения качества зерна.

Вредители. Большие потери зерна озимой пшеницы связаны с повреждением ее вредителями. Нередко продуктивность снижается на 10—20 % и более. В результате повреждения ухудшается качество зерна. Наиболее злостный вредитель — клоп-черепашка. Вредоносность его зависит от времени повреждения посевов, условий их развития, степени спелости зерна в момент повреждения (рис. 11) и степени заселенности клопами массива.

Зерно, поврежденное клопом-черепашкой во время налива, становится щуплым, морщинистым, с темными пятнами и часто с заметными на них черными точками — следами укула вредителя. Повреждение в фазе молочного состояния меньше изменяет форму зерна, чем во время налива. Вследствие повреждения в этой фазе на поверхности зерна образуются вмятины с желто-кремовыми или бледно-желтыми пятнами, которые могут быть на

обеих сторонах зерна по всей поверхности. Иногда бывают морщины, но не такие четкие, как от повреждения во время налива зерна.

Если клоп-черепашка повреждает зерно в начале восковой спелости, оно в основном сохраняет свою форму, иногда в отдельных местах, чаще возле бороздки, наблюдается морщинистость. Прокалывая зерно, вредитель вводит в эндосперм пищеварительные ферменты, которые не распространяются по эндосперму, как в предыдущие сроки повреждения, а локализуются в зоне укола. На поверхности зерна образуется желто-кремовое пятно, часто с черной точкой. При повреждении зерна в полной спелости сохраняются его форма и размер, но образуется желто-кремовое пятно с четко выраженным контуром, с одной или несколькими точками. Часто клоп-черепашка повреждает непосредственно зародыш, особенно если зерно уже имеет полную спелость. Вокруг зародыша образуется белое пятно без морщин и следов укола.

Если повреждается зерно, кроме зародыша, отмыть клейковину невозможно. Происходит это в результате того, что протеолитические ферменты слюны вредителя при замешивании теста растворяются в воде и очень быстро расщепляют клейковинообразующие белки (глиадины и глюteniны). Даже сравнительно незначительное (2—3 %) повреждение ухудшает качество клейковины, что отрицательно сказывается на хлебопекарных свойствах муки. Хлеб из такой муки не достигает объема, свойственного сорту, и сильно расплывается при выпечке на поду.

При повреждении зерна снижается стекловидность. По нашим данным, повреждение на 13—26 % уменьшает ее количество на 8—29 %, массу 1000 зерен — на 1,5—2,6 г.

Вредоносность клопа-черепашки не ограничивается только ухудшением качества зерна. Снижаются посевные качества семян, поврежденные растения имеют пониженную продуктивность и др. Ферменты вредителя очень долго сохраняют свою активность. При размоле мука из пораженных зерен смешивается с мукой здорового зерна. До тех пор, пока она сохраняется в сухом виде, ферменты не действуют, но стоит только добавить к муке воду для получения теста, как начинается бурный процесс расщепления белковых молекул. В результате клейковина теряет свои свойства, становится липкой, тяну-

щейся, приобретает серый или темно-серый цвет. Полученное из такой муки тесто имеет низкую упругость, расплывается, не сохраняет приданную ему форму.

Распространение клопа-черепашки наносит огромный ущерб народному хозяйству. Необходимо принимать все меры для подавления популяции этого злостного вредителя. Многолетний опыт показывает, что успех может быть достигнут только при комплексном применении агротехнических, биологических и химических мер борьбы. Один химический метод, даже при использовании таких высокотоксичных препаратов, как хлорофос и метафос, к сожалению, не дает стойкого эффекта, несмотря на то, что на обработанных массивах погибает 60—80 % взрослых клопов и 80—95 % личинок. Это объясняется тем, что при сплошных обработках гибнут не только клопы различных фаз развития, но и паразитирующие и хищные насекомые, истребляющие клопов, и даже птицы. В результате оставшиеся 5—10 % вредителей полностью сохраняются и на следующий год восстанавливают первоначальную плотность заселения. Теленомус, муха фазия и другие хищники — паразиты клопов — восстанавливают численность значительно медленнее. Кроме того, при обработке посевов пшеницы с помощью авиации нередко нарушается высота полета самолета, работы проводятся в жаркую погоду при сильном ветре, пестициды распределяются по площади неравномерно. Поэтому при неправильном использовании химического метода борьбы нередки случаи увеличения численности клопа в последующие годы.

Основные агротехнические меры борьбы с вредной черепашкой заключаются прежде всего в повышении общей культуры земледелия. На густых хлебах клопы развиваются хуже, им не хватает света и тепла. В частности, этим объясняется меньшее повреждение зерна на орошаемых площадях.

Биологические методы борьбы с вредной черепашкой еще недостаточно разработаны.

Химический метод заключается в опрыскивании зараженных посевов и мест зимовки вредителя растворами хлорофоса, эмульсии концентрата метафоса. Обработка посевов этими пестицидами проводится при среднесуточной температуре не ниже 16 °С. Наиболее эффективна борьба в период преобладания на посевах личинок второго и третьего возрастов. Опрыскивание осуществ-

вляется с самолетов в утренние и вечерние часы. Высота полета самолета не должна превышать 5 м. Рекомендуемая норма расхода ядохимикатов на 1 га посева: хлорофоса 80 %-ного технического 0,75 кг в 25 л воды, суспензии 80 %-ного смачивающегося порошка хлорофоса 0,75 кг в 25 л воды, метафоса (20 %-ный концентрат эмульсии) — 0,8 кг в 25 л воды. Следует иметь в виду, что хлорофос необходимо обязательно растворять в теплой воде (50—60 °С), так как в холодной трудно получить необходимую концентрацию раствора. При относительной влажности воздуха ниже 40 % и скорости ветра более 3 м/с норма расхода жидкости увеличивается на 50—60 %.

Обработки посевов препаратами метафоса и хлорофоса должны прекращаться за 15 дней до начала уборки.

Так как отрождение личинок из яиц вредной черепашки происходит одновременно, а существующие препараты не обладают овицидным (уничтожающим яйцо) действием, наибольший эффект достигается при двукратной обработке посевов. Наиболее целесообразный интервал между обработками 8—12 дней.

При выращивании сильных пшениц сроки первой некорневой подкормки мочевиной и обработки против вредной черепашки нередко совпадают. В таких случаях очень удобно объединить опрыскивание пестицидами с некорневой подкормкой. Для проведения такой обработки готовят совмещенный рабочий раствор мочевины и пестицидов. При расчете концентрации пестицида в растворе исходят из гектарной нормы расхода раствора мочевины. Если, например, на 1 га идет 200 л раствора мочевины, то необходимо при приготовлении совмещенного рабочего раствора на каждые 200 л добавить гектарную норму пестицидов. Практически бывает более удобно не сразу делать совмещенный рабочий раствор, а смешивать в соответствующей пропорции приготовленные ранее растворы мочевины и пестицидов, так как для растворения последних необходима теплая вода.

В первую очередь необходимо обрабатывать участки сильных пшениц, на которых осуществлен весь комплекс мероприятий для получения высококачественного зерна, а также посевы с высокой численностью личинок. На остальных площадях можно ограничиться агротехническими и биологическими мерами борьбы.

Кроме клопа-черепашки, большой вред наносят трипсы: снижается урожайность от 0,8 до 3,5 ц/га и ухудшается качество зерна. В связи с этим сотрудниками лаборатории энтомологии (П. И. Сусидко, В. Н. Писаренко) и лаборатории качества зерна ВНИИ кукурузы (Г. П. Жемела) проведено изучение вредоносности трипсов и разработаны меры борьбы с ними.

В результате этих исследований, проведенных в годы с различными погодными условиями и поврежденностью озимой пшеницы личинками, установлено существенное изменение технологических качеств зерна (табл. 108).

108. Влияние повреждений личинками пшеничного трипса на качество зерна сорта Мироновская 808

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
		белка в зерне	клейко- вины в муке		
<i>1972 г.</i>					
Неповрежденное зерно (кон- троль)	37,6	11,86	32,6	240	600
Поврежденное зерно	28,5	14,82	37,3	208	500
<i>1973 г.</i>					
Неповрежденное зерно (кон- троль)	50,3	11,97	31,8	333	560
Поврежденное зерно	43,8	12,71	34,0	280	530

Наблюдавшееся повышение содержания белка и клейковины связано с существенным снижением массы 1000 зерен. Кроме того, повреждение трипсами оказывает резкое отрицательное влияние на силу муки и хлебопекарные свойства. Вероятно, вредитель в основном отрицательно воздействует на углеводный комплекс формирующейся зерновки (табл. 109).

Механизм отрицательного воздействия трипсов на накопление углеводов в зерне окончательно не выяснен. Часть их, бесспорно, потребляется личинками. В засушливые вегетационные периоды 1972 и 1975 гг. снижение массы 1000 зерен и содержания углеводов в зерне было больше, чем в обычные по увлажнению 1973 и 1974 гг.

109. Влияние повреждений личинками пшеничного трипса на содержание углеводов в зерне сорта Мироновская 808 (Сусидко, Писаренко, 1978)

Год	Содержание, % на абсолютно сухое вещество			
	сахара		крахмал	
	неповрежденное зерно	поврежденное зерно	неповрежденное зерно	поврежденное зерно
1972	7,08	6,33	68,16	62,40
1973	7,36	6,67	65,71	63,12
1974	7,95	7,12	67,00	57,40
1975	6,94	6,01	66,17	58,00

Вероятно, это обусловлено более активным размножением и ростом вредоносности трипсов в засушливые годы ввиду возникающей необходимости значительного поглощения влаги.

Установлено, что повреждение трипсами может оказать отрицательное влияние на силу муки. Возможно, это связано с деградацией крахмала под воздействием их ферментов, хотя не исключено и протеолитическое влияние на белковые молекулы (табл. 110).

110. Влияние повреждений зерна личинками трипса на силу муки сорта Мироновская 808

Поврежденность, % зерна	Сила муки, е. а.	Снижение силы муки, %
Без повреждений (контроль)	333	—
50	328	1,5
75	318	4,5
100	280	16,0

Для снижения вредоносности трипсов необходимо ограничить посев озимой пшеницы по колосовым культурам (по черному пару численность вредителей ниже, чем после озимой пшеницы, на 46,6 %), высевать ее в оптимальные сроки (при посеве 1—15 сентября заселенность в среднем была ниже, чем на участках, засеянных 15 и 23 августа, на 42,6 %), применять лущение стерни, снижающие количество личинок на 84,3—91,0 %. На орошаемых землях, кроме того, важное значение имеют

гидромелиоративные мероприятия, такие, как влагозарядковые и вегетационные поливы пожнивных культур, которые создают неблагоприятные экологические условия для зимующих личинок вредителя и снижают их численность в почве на 98,6 %.

В организации истребительных мероприятий наиболее эффективно использование 40 %-ного концентрата эмульсии фосфамида в фазе колошения озимой пшеницы. Обработкой посевов этим препаратом из расчета 1 кг/га уничтожается до 98,0—99,2 % вредителя (Сусидко, Писаренко, 1978).

Несколько меньший, но весьма ощутимый ущерб урожаю причиняют злаковые мухи и хлебные пилильщики. Из поврежденных ими растений получается щуплое, низконатурное зерно, с малым выходом муки, которая непригодна для хлебопечения.

Болезни. Болезни наносят большой ущерб урожаю и качеству зерна озимой пшеницы, особенно если она сильно поражена ржавчиной, головней, мучнистой росой, корневыми гнилями и другими болезнями.

При поражении пшеницы ржавчиной уменьшается ассимилирующая поверхность растений, нарушаются биохимические процессы, снижаются зимостойкость и засухоустойчивость. Все это отрицательно сказывается на количестве и качестве урожая. Бывают случаи, когда урожайность зерна от поражения пшеницы ржавчиной уменьшается на 15—20 % и более. Сильно распространены линейная (стеблевая), бурая и желтая ржавчины.

Линейная ржавчина встречается почти везде. Нарушается водный баланс растений (усиливается транспирация), снижается урожай вследствие так называемого стекания зерна. Оно становится щуплым, с очень плохими технологическими качествами. При его размоле выход муки очень низкий, меньше 50 %, и она имеет темный цвет. От большого поражения растений озимой пшеницы ржавчиной резко снижается содержание белка и клейковины в зерне.

В Мироновском НИИССП выявлена сортовая реакция на восприимчивость к линейной ржавчине (табл. 111).

Сильно ухудшают качество зерна озимой пшеницы головневые болезни. В специальном опыте при искусственном заражении семян твердой головней содержание клейковины в полученном зерне уменьшалось по-разному.

111. Влияние поражения растений линейной (стеблевой) ржавчиной на качество зерна озимой пшеницы
(Блохин, 1976)

Сорт	Степень поражения, %	Масса 1000 зерен, г		Натура зерна, г		Содержание клейковины, %		Сила муки, е. а.		Объем хлеба, см ³	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Украинка	52,8	32,1	19,0	—	—	30,0	25,9	—	—	—	—
Мироновская 808	31,7	38,1	30,3	707	634	28,8	27,2	207	146	—	—
Мироновская юбилейная	16,6	34,4	35,0	714	702	30,2	29,8	271	214	—	—
Ильичевка	6,5	41,1	38,1	798	779	32,6	32,7	256	238	580	565
Лютеценс 2272	5,8	40,2	38,0	797	780	32,0	32,2	228	184	—	—
» 2448	8,4	41,1	38,2	791	772	32,5	32,2	254	226	590	580
Эритроспермум 2975	19,2	40,1	36,0	749	737	30,8	30,9	160	147	518	497
Эритроспермум 2978	0,1	43,3	41,1	801	784	30,3	31,2	178	157	580	580
Эритроспермум 2982	0,2	39,9	38,1	759	753	28,3	28,3	192	181	540	527
Эритроспермум 3018	2,4	37,3	34,6	715	700	32,4	31,5	204	186	—	—

Примечание. 1 — с контрольного участка; 2 — с зараженного участка.

му, в зависимости от сорта и срока сева. Так, наибольшее снижение содержания клейковины в зерне при оптимальном сроке сева было у сорта Мироновская 808, меньшее — у Безостой 1. При позднем сроке сева реакция сортов на степень поражения твердой головней была противоположной — более устойчивым был сорт Мироновская 808, менее устойчивым Безостая 1. При размолу зерна, пораженного твердой головней, мука имеет темный цвет. Хлеб, приготовленный из такой муки, плохо пропекается, имеет неприятный запах и вкус, мякоть темно-серая или синеватого цвета.

Среди бактериальных болезней наибольшей вредностью отличается черный пятнистый бактериоз. Значительное развитие болезни вызывает побурение всего колоса. Зерно, сформированное в пораженном колосе, покрыто коричневыми или даже черными пятнами. Оболочка его не разрушается, но становится значительно мягче. От поражения черным пятнистым бактериозом у пшеницы снижается ассимиляционная поверхность, усиливается дыхание растений, на что используется лишнее количество пластических веществ. Вследствие этого уменьшаются число зерен в колосе, масса 1000 зерен, что приводит к снижению урожайности и ухудшению качества зерна.

Корневые гнили в отличие от ржавчинных, головневых и вирусных заболеваний вызываются патогенами, которые способны сохраняться в старой стерне и на растительных остатках и размножаться, ведя сапрофитный образ жизни. Нарушение нормального корневого питания пораженных растений озимой пшеницы корневыми гнилями вызывает не только побеление колосьев, но и щуплость зерна, резкое ухудшение его качества, недобор урожая.

Таким образом, все усилия по выращиванию высококачественного зерна сильных пшениц могут быть напрасными, если посевы будут повреждены вредителями или поражены болезнями.

СРОКИ И СПОСОБЫ УБОРКИ

При наливе и созревании зерна происходит формирование его качества. Изучение динамики качества зерна имеет важное значение, так как от нее зависит правильный выбор срока и способа уборки.

Динамику накопления сухого вещества в созревающем зерне изучали многие исследователи, но единого мнения о фазе развития, при которой заканчивается прирост сухого вещества в зерно, нет. Многие считают, что масса 1000 зерен достигает максимальной величины в фазе восковой спелости (Носатовский, 1965; Суднов, 1965; Калюжный, Гладыш, 1978).

Исследованиями (Кулешов, 1964; Корнев, 1967) установлено, что на одновозрастных побегах поступление пластических веществ в зерно пшеницы в основном прекращается при влажности около 40%. В степной зоне Украины (Бондаренко, Сатарова, 1967) в отдельные годы у некоторых сортов

112. Определение фазы развития зерна по его влажности

Фаза развития зерна	Влажность зерна, %
Студенисто-жидкое состояние	75—73
Начало молочного состояния	65—62
Середина молочного состояния	58—56
Конец молочного состояния	53—51
Гестообразное состояние	43—41
Начало восковой спелости	37—36
Середина восковой спелости	30—28
Конец восковой спелости	21—20
Полная спелость	Менее 17

поступление веществ в зерно может заканчиваться и при более низкой влажности (менее 38—40%). Необходимо отметить, что лучший способ определения степени зрелости зерна — установление его влажности (табл. 112).

Некоторые исследователи наблюдали накопление сухого вещества при определенных условиях до полной спелости зерна (Кретович, 1945; Строна, 1966). Есть сведения о снижении массы 1000 зерен после достижения максимальной величины. Уменьшение содержания сухого вещества в зерне может происходить в результате так называемых процессов стекания, связанных с дыханием зерна, вымыванием и выщелачиванием питательных веществ в результате биохимических процессов, протекающих в зерне, развития патогенной микрофлоры на его поверхности и оттока из него питательных веществ через стебли и корни в почву. Это происходит, когда еще не наступило разобщение зерна с материнским организмом (Губанов, Потеха, 1967; Корнев, 1967).

результате так называемых процессов стекания, связанных с дыханием зерна, вымыванием и выщелачиванием питательных веществ в результате биохимических процессов, протекающих в зерне, развития патогенной микрофлоры на его поверхности и оттока из него питательных веществ через стебли и корни в почву. Это происходит, когда еще не наступило разобщение зерна с материнским организмом (Губанов, Потеха, 1967; Корнев, 1967).

Исследованиями, проведенными в степи Украины, установлено, что в массиве озимой пшеницы накопление сухого вещества в зерне продолжалось до конца восковой спелости, когда влажность его достигала 20—21 %. Содержание сухого вещества не изменялось до полной спелости зерна и при перестое на корню в течение 5 дней (табл. 113).

113. Динамика массы 1000 зерен озимой пшеницы Безостая 1 (г), выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Год	Фаза развития зерна									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1966	11,5	19,8	23,5	34,1	38,1	42,1	42,6	43,6	43,4	42,8
1967	10,1	19,4	25,6	32,4	39,5	42,1	43,2	43,9	44,6	44,9
1968	9,3	17,8	29,8	34,5	37,9	42,1	42,9	42,9	42,7	42,6
1969	6,0	13,7	18,0	23,3	32,6	37,0	39,8	39,9	39,2	38,8
1970	11,4	19,9	27,2	30,2	39,5	42,8	46,5	46,7	46,2	46,3
1971	5,4	15,6	23,4	28,6	39,6	42,1	44,5	46,7	46,0	46,1
1972	9,3	20,1	27,6	33,9	37,4	41,0	41,8	42,8	42,4	42,5
1973	5,8	14,0	26,4	31,6	39,5	45,4	46,1	46,2	45,6	46,2
1974	8,8	16,1	27,0	29,1	35,8	36,8	38,4	40,9	41,5	41,7
1977	7,1	15,4	27,8	30,2	38,5	39,4	40,7	40,9	41,3	41,0
1978	8,3	16,1	23,0	26,9	38,6	40,4	43,5	43,0	44,8	44,9
1979	12,6	14,8	23,3	23,6	29,6	32,8	34,0	34,6	35,0	34,0
В среднем	8,8	16,9	25,2	29,9	37,2	40,3	42,0	42,7	42,7	42,6

Примечание. 1 — студенисто-жидкое состояние зерна; 2 — начало, 3 — середина, 4 — конец молочного состояния; 5 — тестообразное состояние; 6 — начало; 7 — середина, 8 — конец восковой спелости; 9 — полная спелость; 10 — перестой на корню 5 дней.

Наиболее интенсивный прирост массы 1000 зерен происходит до тестообразного состояния, в дальнейшем наступает постепенное затухание этого процесса.

Наибольший суточный прирост массы 1000 зерен происходил в период от середины молочного до тестообразного состояния, наименьший — от тестообразного состояния до середины восковой спелости и промежуточный — от студенисто-жидкого до середины молочного состояния. Аналогичная закономерность накопления сухого вещества наблюдается и в условиях лесостепи (Жемела, 1973).

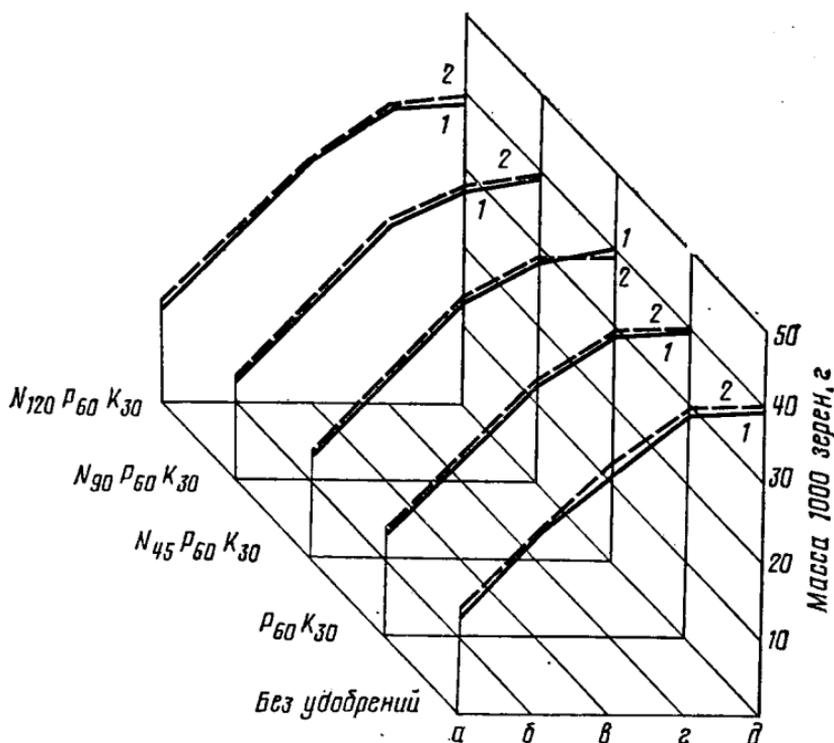


Рис. 12. Динамика массы 1000 зерен озимой пшеницы Безостая 1 (в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.) при выращивании по черному пару:

а — студенисто-жидкое состояние; б — середина молочного состояния; в — тестообразное состояние; г — середина восковой спелости; д — полная спелость; 1 — без некорневой подкормки; 2 — с некорневой подкормкой.

Необходимо отметить, что масса 1000 зерен сорта Безостая 1 меньше изменялась под влиянием погодных условий, чем масса 1000 зерен сорта Мироновская 808. Например, ее колебание у сорта Безостая 1 в зависимости от года выращивания в полную спелость составило лишь 7,0 г, а у сорта Мироновская 808 — 13,3 г.

Динамика накопления массы 1000 зерен при внесении удобрений под основную обработку почвы и некорневых подкормках показана на рисунке 12. Полученные данные свидетельствуют, что интенсивность прироста массы 1000 зерен не зависела от уровня обеспеченности растений элементами минерального питания. При внесении азотных туков наиболее активно процесс накопления сухого вещества зерновок продолжался до тестооб-

разного состояния зерна. При некорневых подкормках характер динамики накопления сухого вещества зерновок не изменялся.

Динамику синтеза белковых веществ в созревающем зерне пшеницы изучали многие ученые. Подробные исследования этого процесса в период налива зерна провел А. Б. Вакар (1961). Он установил, что наиболее интенсивное накопление белка происходило в начальный период формирования зерна, достигая обычно наибольшей активности в конце молочного состояния — начале восковой спелости. В следующие фазы суточный прирост белка снижался и в восковой спелости практически заканчивался. Другие исследователи наблюдали накопление белка в зерне озимой пшеницы более продолжительное время — до полной спелости зерна (Коренев, 1967; Кравцова, Коренев, 1967; Созинов, Блохин, 1967; Коданев и др., 1979).

Установлено, что в условиях степной зоны от фазы студенисто-жидкого состояния зерна до конца молочного состояния происходит постепенное снижение концентрации белка в зерновках. Затем наблюдается некоторое увеличение его содержания в зерне, прирост которого,

114. Динамика содержания сырого белка (%) в зерне озимой пшеницы Безостая 1, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Год	Фаза развития зерна									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1966	15,6	14,3	13,0	12,7	12,5	12,2	12,3	12,6	12,6	12,8
1967	14,1	13,0	12,4	10,9	12,1	12,8	13,9	13,8	13,8	13,6
1968	15,3	14,8	13,0	12,2	12,6	12,6	13,0	13,0	13,1	12,9
1969	15,4	14,3	13,8	12,7	12,1	12,4	12,9	12,8	12,8	12,9
1970	14,0	13,1	12,2	11,1	11,8	12,1	12,1	12,2	12,4	12,5
1971	15,7	14,1	13,1	12,4	13,9	14,0	14,2	14,4	14,4	14,1
1972	15,2	14,4	13,5	12,6	12,3	12,9	13,3	13,4	13,8	13,7
1973	14,5	12,9	12,3	12,0	12,0	12,3	12,5	12,9	12,9	12,6
1974	15,0	13,9	12,4	10,9	10,7	11,9	12,3	12,3	12,0	11,7
1977	15,4	14,3	12,8	11,5	13,3	13,6	13,9	14,5	14,8	14,9
1978	15,7	13,3	12,8	12,7	13,0	13,4	14,0	14,7	14,8	14,9
1979	13,7	12,0	11,9	11,9	11,8	12,0	12,2	12,2	12,1	10,4
В среднем	15,0	13,6	12,7	11,9	12,3	12,6	13,0	13,2	13,3	13,1

Примечание. В 1966—1972 гг. данные по сорту Мироновская 808. Обозначения см. в таблице 113.

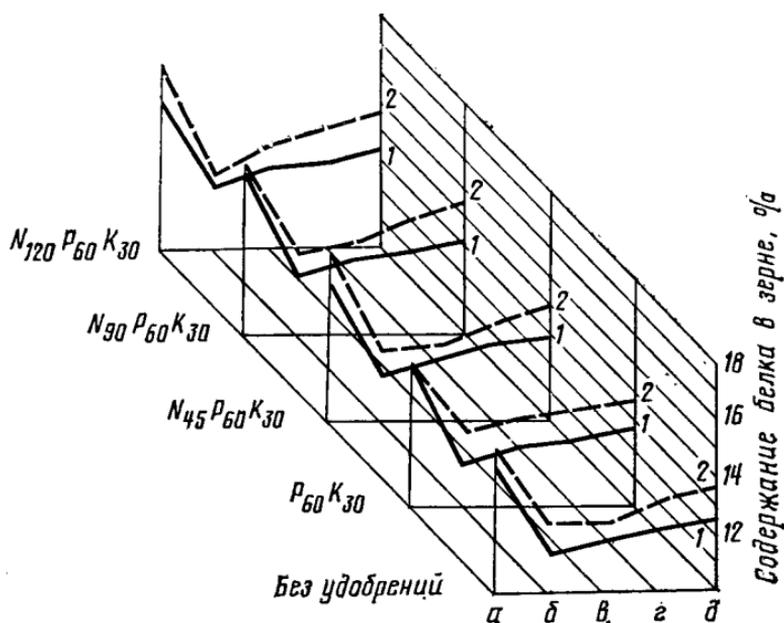


Рис. 13. Динамика накопления белка в зерне озимой пшеницы Безостая 1 (в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.) при выращивании по черному пару:

а — студенисто-жидкое состояние; б — середина молочного состояния; в — тестообразное состояние; г — середина восковой спелости; д — полная спелость; 1 — без некорневой подкормки; 2 — с некорневой подкормкой.

как правило, заканчивается в конце восковой спелости. После этого содержание белка в зерне практически не изменяется. Например, в среднем за годы исследований содержание белка в зерне сорта Безостая 1 от студенисто-жидкого до конца молочного состояния снизилось на 3,2 %, до конца восковой спелости увеличилось на 1,4 %, сорта Одесская 51 — соответственно на 3,4 и 1,4 % (табл. 114).

Динамика накопления белка в зерне на фоне внесения азотных удобрений и некорневых подкормок показана на рисунке 13.

Как видно из приведенных данных, окончание процесса накопления белка в зерне не зависит от фона выращивания, но характер динамики этого процесса существенно меняется под влиянием условий почвенного и воздушного увлажнения. В оптимальные по увлажнению годы, а также в годы с воздушной засухой, но с достаточным увлажнением почвы (1979 г.) накопление бел-

ка продолжается до полной спелости зерна независимо от фона выращивания. В годы с почвенной и воздушной засухой (1972), а также только с почвенной (1971) накопление белка в зерне заканчивается в фазе начало — середина восковой спелости зерна независимо от фона выращивания. При некорневой азотной подкормке отмечается существенное повышение белковости при наступлении фазы тестообразного состояния зерна.

Запасные белки глиадины и глютелины удалось обнаружить в зерне в молочном состоянии (Вакар, 1950). Содержание их увеличивалось до конца восковой спелости. В связи с тем, что запасные белки — основная составная часть клейковины, очевидно, возможно при соответствующих условиях ее отмыть уже в начале молочного состояния зерна.

Процесс образования клейковины был подробно исследован А. Б. Вакаром (1961). Он обнаружил наличие ее в свежем зерне влажностью 55—65 %, что соответствует фазе молочного состояния. В дальнейшем происходит увеличение количества клейковины, которое практически заканчивалось в фазе восковой спелости.

115. Динамика содержания клейковины (%) в зерне озимой пшеницы Безостая I, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Год	Фаза развития зерна								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1966	4,8	16,4	18,9	20,5	22,0	23,4	24,0	24,5	25,9
1967	4,0	17,2	19,4	21,5	24,0	26,4	26,5	26,3	26,7
1968	6,4	22,9	24,4	26,3	27,4	28,9	30,4	30,9	30,9
1969	7,9	20,4	23,8	24,1	25,8	26,8	28,5	28,7	29,0
1970	4,8	20,2	22,4	23,5	24,6	26,9	26,5	26,8	26,5
1971	4,1	22,2	23,2	24,6	26,8	28,8	28,9	29,8	29,5
1972	11,4	22,7	24,7	28,5	29,4	31,6	31,1	31,8	32,0
1973	5,3	12,5	21,7	27,7	29,1	30,6	31,6	32,4	32,2
1974	6,4	15,1	23,4	24,8	28,6	31,0	30,7	29,6	29,2
1977	5,9	13,4	19,1	22,7	24,8	26,1	28,6	30,1	28,9
1978	6,7	13,8	18,4	21,2	23,2	25,5	27,6	27,6	27,2
1979	4,4	10,2	16,0	24,2	25,1	26,5	27,5	27,1	27,5
В среднем	6,0	17,3	21,3	24,1	25,9	27,7	28,5	28,8	28,8

Примечание. 1 — начало, 2 — середина, 3 — конец молочного состояния зерна; 4 — тестообразное состояние; 5 — начало, 6 — середина, 7 — конец восковой спелости; 8 — полная спелость; 9 — перестой на корню 5 дней.

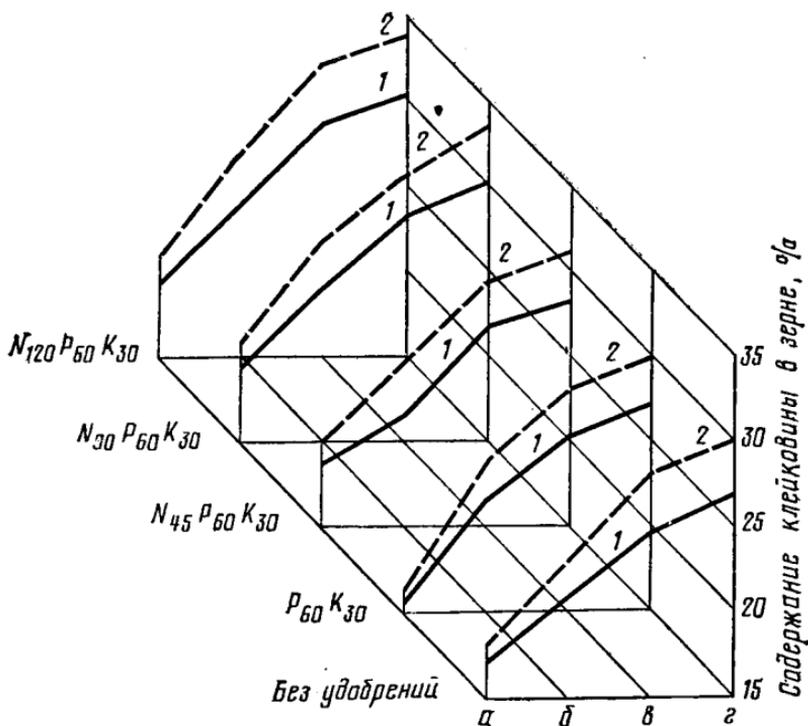


Рис. 14. Динамика накопления клейковины в зерне озимой пшеницы Безостая 1 (в среднем за 1970—1974, 1978, 1979 гг.) при выращивании по черному пару:

а — середина молочного состояния; б — тестообразное состояние; в — середина восковой спелости; г — полная спелость зерна; 1 — без некорневой подкормки; 2 — некорневой подкормкой.

В степи Украины основное количество клейковинообразующих белков (около 60 %) накапливается уже к середине молочного состояния зерна, а остальная их часть синтезируется в последующие фазы развития зерновки. Максимальное количество запасных белков, а следовательно, и клейковины отмечается к концу восковой спелости зерна без существенного изменения в последующие фазы, вплоть до перестоя на корню в течение 5 дней (табл. 115). Динамика накопления клейковины в зерне при внесении основного удобрения и некорневых подкормках показана на рисунке 14.

Изучение процесса накопления клейковины в зерне свидетельствует, что к фазе молочного состояния зерна на фоне $P_{60}K_{30}$ при выращивании озимой пшеницы после кукурузы на силос клейковины в зерне в среднем за годы

изучения накопилось только 37,5 %, на фоне $N_{45}P_{60}K_{30}$ — 45,4; $N_{90}P_{60}K_{30}$ — 47,8; $N_{120}P_{60}K_{30}$ — 57,0, а при выращивании по черному пару — соответственно 58,4; 66,0; 64,1 и 63,8. Максимальный прирост клейковины под действием некорневой подкормки, так же, как и белка, начинается при наступлении фазы тестообразного состояния зерна и постепенно увеличивается к полной спелости.

Исследования динамики сухого вещества, белка и клейковины в зерне дают представление о формировании качества зерна пшеницы, позволяют прогнозировать его еще до начала уборки с целью выявления посевов, на которых можно ожидать высококачественное зерно сильных пшениц. Определив содержание белка и клейковины в фазе тестообразного состояния зерна, практически можно безошибочно прогнозировать уровень белковости созревшей пшеницы. Как правило, от этой фазы до полной спелости содержание белка в зерне увеличивается на 1,0—1,5 %, клейковины — на 3,5—5,0 %.

Таким образом, среди многих факторов, влияющих на качество зерна пшеницы, определенное значение имеют сроки и способы уборки.

Большинство исследователей считают, что отдельный способ уборки имеет преимущество по сравнению с прямым комбайнированием, так как при его применении снижаются потери зерна, особенно при уборке засоренных участков и осыпающихся сортов.

На Зерноградской государственной селекционной станции (Калиненко, Чорба, 1964; Калиненко, 1971) установлено, что наивысшие показатели массы 1000 зерен, природы, содержания клейковины, объема хлеба и силы муки были при скашивании пшеницы, зерно которой имело среднюю влажность 35—40 %. При скашивании пшеницы Безостая 1 с влажностью 31,5 % и обмолоте валков через 4 дня уменьшались натура зерна с 834 до 828 г, содержание клейковины в муке — с 36,4 до 34,8 %, объем хлеба — с 545 до 525 см³ и сила муки — с 391 до 302 е. а. Очень резко ухудшалось качество зерна пшеницы, если валки долго не обмолачивались. Так, при обмолоте через 12 дней после скашивания объем хлеба снизился на 85 см³, сила муки уменьшилась на 155 е. а.

Аналогичные результаты получены и по сорту Приазовская. Так, сила муки при скашивании пшеницы с влажностью зерна 39 % и обмолоте через 3 дня равнялась 289 е. а., при скашивании с влажностью зерна

28 % — 226, а при отлежке в валках до 12 дней—120 е. а. В этих опытах фактором, обуславливающим такое резкое снижение качества зерна, было возрастающее поражение зерновок вредной черепашкой от первых сроков обмолота к последним. Другие исследователи также считают лучшим сроком скашивания начало восковой спелости (Самолевский, 1959; Строна, 1966; Коренев, 1967; Марушев, 1968; Сечняк, 1971).

Исследованиями, проведенными во ВСГИ (Созинов, Блохин, 1967; Созинов, Блохин, Павлович, 1968), установлено, что на юге Украины при уборке отдельным способом в начале восковой спелости (влажность зерна около 40 %) качество зерна не улучшалось по сравнению с прямым комбайнированием при полной спелости (влажность зерна около 15 %). Так, при отдельном способе уборки озимой пшеницы Одесская 16, выращенной по черному пару, масса 1000 зерен составила 31,2 г, при прямом комбайнировании — 32,4 г; сорта Безостая 1 — соответственно 34,6 и 36,7 г. Увеличилось количество клейковины в зерне при прямом комбайнировании сорта Одесская 16 на 2,7 %, сорта Безостая 1 — на 2,1 %, а белка — соответственно на 1,6 и 0,61. Аналогичная закономерность отмечена и при выращивании этих сортов после кукурузы.

Многолетние исследования показали, что в степи Украины озимая пшеница, убранная как в конце восковой спелости отдельным способом (влажность зерна 20—21 %), так и в полной спелости прямым комбайнированием, имела практически одинаковые и урожайность, и качество зерна (табл. 116).

При уборке озимой пшеницы, перестоявшей на корню в течение 5 дней, урожайность и качество зерна были практически такими же, как и при уборке в полную спелость. Не наблюдалось также значительных различий в урожайности и качестве зерна озимой пшеницы, убранной в середине восковой спелости отдельным способом при влажности зерна 30 %, и в полную спелость.

Часто в производственных условиях начинают убирать озимую пшеницу отдельным способом, когда влажность зерна бывает в пределах 36—43 %, что соответствует фазе тестообразного состояния (43 %) и началу восковой спелости (36 %). При уборке в такие сроки происходят недобор урожая зерна и снижение его качества.

116. Влияние сроков уборки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, выращенной по черному пару (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1966—1974, 1977—1979 гг.)

Фаза развития зерна (срок уборки)	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание, %		Качество клейковины, группа	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³
					белка в зерне	клейковины в муке			
<i>Безостая 1</i>									
Тестообразное состояние	36,2	37,2	791	80	12,34	26,7	I—II	228	491
Начало восковой спелости	38,4	40,3	815	83	12,68	28,6	I—II	255	516
Середина восковой спелости	39,8	42,0	824	83	13,06	30,1	I—II	282	536
Конец восковой спелости	40,9	42,7	829	84	13,24	31,0	I—II	291	545
Полная спелость	41,3	42,7	833	79	13,30	31,2	I—II	304	547
Перестой на корню 5 дней	40,8	42,6	832	73	13,08	31,2	I—II	302	537
<i>Одесская 51 *</i>									
Тестообразное состояние	35,4	35,5	774	80	12,11	26,0	II	217	490
Начало восковой спелости	37,7	37,7	797	85	12,50	28,5	I—II	254	525
Середина восковой спелости	39,2	39,1	809	85	13,03	29,8	I—II	262	551
Конец восковой спелости	40,2	39,4	814	86	13,08	30,6	I—II	280	563
Полная спелость	40,5	40,1	817	85	13,14	31,2	I—II	278	565
Перестой на корню 5 дней	40,4	40,1	814	79	12,93	31,0	I—II	274	556

* В 1966—1972 гг. сорт Мироновская 808.

Таким образом, для получения высокого урожая зерна озимой пшеницы хорошего качества важное значение имеет правильный выбор срока уборки, который определяется комплексом внешних условий и биологией сорта, динамикой процесса биосинтеза в зерновках.

В массиве озимой пшеницы во влажные и обычные годы накопление сухого вещества в зерне продолжается до конца восковой спелости, когда влажность зерна до-

стигает 20—21 %, и остается на одном уровне при полной спелости и даже при перестое озимой пшеницы на корню в течение 5 дней. Накопление белка и клейковины в зерне заканчивается в конце восковой спелости и в дальнейшем практически не изменяется.

В годы с сухой жаркой погодой поступление пластических веществ в зерновку прекращается после перехода влажности через 30 и даже 40 %. Но в этих условиях, обычно после начала перехода к восковой спелости, в течение 1—2 дней наблюдается поступление в зерновку азотистых веществ.

Перестой на корню или длительное лежание в валках резко увеличивают опасность потерь урожая и снижения его качества как из-за процессов стекания, так и вследствие выщелачивания и потерь стекловидности под влиянием выпавших осадков, а также поражения зерновок вредной черепашкой. В случае повышенной опасности повреждения этим вредителем уборку озимой пшеницы лучше начинать несколько раньше, при влажности зерна 40—42 %.

Выбор способа уборки должен определяться наличием техники, степенью засоренности полей, спецификой сорта, условиями погоды и другими факторами. В большинстве случаев лучшие результаты дает оптимальное сочетание обоих способов.

ГЛАВА 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕРНА ОЗИМЫХ ТВЕРДЫХ ПШЕНИЦ

Твердые пшеницы представлены двумя формами — яровой и озимой. Если селекция и изучение агротехники яровой твердой пшеницы в нашей стране ведутся очень давно, то озимой твердой — чуть более 30 лет. Большую работу в этом плане проводят ВСГИ, Краснодарский НИИСХ и др.

На первом этапе (1945—1950 гг.) основной задачей работы было получение необходимых форм озимой твердой пшеницы и решение ряда методических вопросов. В результате были выделены озимые, но недостаточно зимостойкие формы. На втором этапе главное внимание уделялось созданию сортов этой культуры путем повторных скрещиваний озимых форм твердых пшениц, полученных на первом этапе, с лучшими районированными сортами озимых мягких пшениц. Из этого гибридного материала были выделены семьи, представляющие наибольший селекционный интерес. Из них лучшими оказались две семьи, впоследствии — сорта Мичуринка и Новомичуринка. Из этого же материала был выделен сорт Одесская янтарная.

1957 г. стал началом третьего этапа в селекции озимых твердых пшениц (Кириченко, 1963, 1966). Для получения более продуктивных сортов гибридизация проводилась в пределах вида *Triticum durum* на базе селекционного материала, полученного на первых этапах. Среди выведенных на последнем этапе сортов следует назвать Одесскую юбилейную, которая по зимостойкости и продуктивности превосходит Новомичуринку.

Однако все полученные сорта озимой твердой пшеницы отличались склонностью к полеганию, восприимчивостью к болезням, неустойчивостью к засухе и низким температурам, резко снижали урожай зерна при выра-

щивании на неплодородных участках. Все это привело к тому, что неоднократно предпринимаемые попытки широко внедрять культуру в производство в условиях юга Украины оканчивались неудачей.

В последнее десятилетие по инициативе В. М. Пыльнева во ВСГИ была развернута работа по созданию короткостебельных озимых твердых пшениц. Привлекая в гибридизацию источники различных генов карликовости, удалось получить селекционный материал, который отличается коротким стеблем, крупным колосом, высокой устойчивостью к полеганию. Первым сортом, обладающим такими признаками, стал Парус (авторы сорта Ф. Г. Кириченко, В. М. Пыльнев, А. И. Паламарчук, М. Г. Парфентьев). В 1980 г. на ряде сортоучастков он по урожаю зерна превысил лучшие районированные сорта озимой мягкой пшеницы. Создание сортов такого типа позволяет вновь ставить вопрос о внедрении культуры озимой твердой пшеницы в производство.

Озимая твердая пшеница по качеству зерна приближается к яровой твердой, но имеет и некоторые отличия, так как способна формировать клейковину с повышенной растяжимостью, но это не влияет отрицательно на физические свойства теста, а также на качество макарон и других прессованных изделий. Цвет зерна районированных или большинства перспективных сортов этой культуры янтарный или темно-янтарный. Но встречаются формы, склонные к образованию мучнистых вкраплений в эндосперм. Это свойство считается существенным недостатком. В частности, им обладает Одесская янтарная.

Озимые твердые пшеницы способны формировать зерно с более высоким содержанием белка, чем рядом выращенные сорта озимой мягкой пшеницы, и несколько ниже, чем яровые твердые. Следует иметь в виду, что урожайность озимой твердой пшеницы превышает урожайность яровой твердой в 1,5—2 раза.

Отношение сырой клейковины в зерне к белку у озимых твердых пшениц равно 1,8—2,3, причем это отношение имеет тенденцию к возрастанию при повышении содержания белка. Так, при уровне сырого белка 10—12 % оно находится в пределах 1,7—1,9, а при 15—16 % — возрастает до 2,3. Это свидетельствует о том, что в благоприятных для накопления белка условиях

преобладает синтез клейковинных белков. Крупка содержит клейковины на 3—4 % больше, чем зерно.

Между озимой твердой и мягкой пшеницами по содержанию клейковины в зерне различия менее выражены, чем по содержанию белка. При сравнении озимой и яровой твердой пшеницы было установлено, что яровые имеют более высокое содержание клейковины.

Мука озимых твердых пшениц обладает высокой водопоглотительной способностью (ВПС). В среднем она по 45 анализам у озимой твердой пшеницы составила 74,5 %, озимой мягкой — 61,4 и яровой твердой—65,9 %. Причины повышенной ВПС муки озимой твердой пшеницы не совсем ясны. Дело в том, что по гидратации клейковины эти пшеницы преимуществ не имеют, следовательно, высокая ВПС не является результатом высокой гидрофильности клейковинных белков. По-видимому, это свойство — результат специфического взаимодействия белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов. Высокая ВПС муки из озимой твердой пшеницы, вероятно, — основная причина высокой упругости при испытании на альвеографе, так как при доведении влажности теста до уровня, принятого в хлебопечении, оно довольно часто, так же, как тесто из слабых пшениц, липнет к рукам и тянется.

При исследовании реологических свойств макаронного теста на фаринографе время образования теста из мук озимых твердых пшениц составило 3,6 мин, яровых твердых — 2,5 и озимых мягких — 4,5 мин.

Основная цель выращивания озимых твердых пшениц — обеспечение макаронной промышленности высококачественным сырьем. Поэтому главное при оценке технологических достоинств этой культуры — определение пригодности зерна для производства высококачественных макарон. Полученные из озимых твердых пшениц, они, как правило, обладают достаточно высокой прочностью. Она в основном зависит от условий выращивания, хотя и сортовые особенности имеют существенное значение. Средняя прочность макарон диаметром 5,5 мм за годы исследований у сорта Мичуринка была 858 г (с колебаниями от 630 до 1105 г), Новомичуринка — 890, Одесская янтарная — 790, Одесская юбилейная — 831 г. Макароны из муки озимой твердой пшеницы обладают более высокой прочностью и лучшим внешним видом, чем озимой мягкой, которые при варке распадаются на

части, покрываются неприятной слизью, варочная вода становится мутной, в ней остается значительная часть сухого вещества.

Макароны из мягкой пшеницы обрываются при сушке, покрываются трещинами. Они непригодны для длительного хранения, так как прочность их падает. В то же время этот показатель макарон из озимой твердой пшеницы в процессе хранения возрастает. В одном из опытов на второй день после изготовления прочность макарон из сорта Мичуринка равнялась 840 г, через 10 дней — 880, через 4 месяца — 940 г и через год — 950 г. Кулинарные достоинства макарон из озимых и яровых твердых пшениц практически одинаковые (табл. 117).

117. Кулинарные достоинства макарон из муки озимых и яровых твердых пшениц

Сорт	Коэффициент развариваемости	Степень мутности варочной воды, ед. экстинкции X 100
<i>Озимая твердая пшеница</i>		
Мичуринка	4,29	37,5
Новомичуринка	4,41	41,7
Одесская янтарная	4,29	44,5
<i>Яровая твердая пшеница</i>		
Харьковская 46	4,17	45,8
Народная	4,27	45,7

Один из важных показателей качества макарон — цвет. Между ним и содержанием желтых пигментов в крупке существует довольно высокая сопряженность ($r = 0,921 + 0,05$). Из крупки твердых озимых пшениц лучших сортов получают макароны с лимонно-желтой окраской почти без побуревших частиц.

Озимая твердая пшеница, как и мягкая, значительно изменяет технологические свойства в зависимости от агротехники. Наилучшие условия для роста и развития, формирования высокого урожая хорошего качества создаются при размещении ее по черному пару. После кукурузы на силос особенно ухудшаются такие показатели, как стекловидность, содержание белка и клейковины, а также качество клейковины, ее растяжимость и группа (табл. 118).

Положительное влияние на качество зерна озимой твердой пшеницы оказывает навоз, внесенный под черный пар или под предшествующую культуру (табл. 119).

118. Качество зерна озимой твердой пшеницы Новомичуринка в зависимости от предшественника (ВНИИ кукурузы, в среднем за 3 года)

Предшественник	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание белка, %	Клейко вина муки		
					содержание, %	растяжимость, мм	группа
Черный пар	32,8	815	82	13,87	35,4	27	II
Кукуруза на силос	28,6	786	38	11,66	25,8	47	III

119. Влияние навоза (20 т/га) на технологические качества зерна озимой твердой пшеницы Мичуринка (ВСГИ)

Удобрение	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание в зерне, %		Прочность макарон, г
				белка	клейковины	
<i>Предшественник черный пар (прямое действие)</i>						
Без удобрений	27,2	822	95	13,7	31,5	703
Навоз	26,2	802	97	15,3	37,2	754
<i>Предшественник горох (последствие)</i>						
Без удобрений	27,5	829	95	13,1	30,1	669
Навоз	28,2	825	96	15,6	34,5	739

Для формирования большего урожая с хорошим качеством необходим высокий уровень азотного питания. Внесение одних фосфорных и калийных удобрений снижает качество зерна (табл. 120).

Существенно улучшается качество зерна озимой твердой пшеницы при азотных подкормках в поздние фазы развития растений: на поверхность почвы во влажные годы или некорневых подкормках. Так, в одном из опытов, проведенном во ВСГИ, при подкормке аммиачной селитрой во влажном 1966 г. во время колошения заметно улучшилось качество зерна (табл. 121).

Некорневая подкормка мочевиной увеличивает содержание белка и клейковины, улучшает качество макарон (табл. 122).

120. Влияние минеральных удобрений на качество зерна сорта Новомичуринка (ВНИИ кукурузы, в среднем за 3 года)

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г	Стекловидность, %	Содержание клейковины, %
Без удобрений	31,3	819	79	35,0
N ₉₀	31,5	793	86	36,5
P ₉₀	33,4	820	77	31,9
K ₉₀	31,9	821	76	33,2
P ₉₀ K ₉₀	31,0	817	76	32,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	30,6	818	82	35,5

121. Влияние корневой подкормки на качество зерна озимой твердой пшеницы

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание, %	
			белка	клейковины
<i>Мичуринка</i>				
Без удобрений	32,0	95	15,1	34,0
N ₇₀	32,8	99	17,2	39,6
<i>Новомичуринка</i>				
Без удобрений	32,4	92	15,0	32,5
N ₇₀	34,9	98	17,4	39,3
<i>Одесская янтарная</i>				
Без удобрений	39,9	90	14,4	32,2
N ₇₀	42,4	96	17,1	40,5

Озимая твердая пшеница очень чувствительна к срокам сева. Наивысший урожай наилучшего качества получается при оптимальных сроках, ранние — ведут к ухудшению зерна. Так, по данным ВНИИ кукурузы, при посеве пшеницы Новомичуринка по черному пару 23 августа содержание белка в зерне уменьшилось на 2,82 %, клейковины в муке — на 11,5 %; 1 сентября — соответственно на 1,13 и 4,4 % по сравнению с данными, полученными при посеве 7 сентября (оптимальный срок).

Твердая озимая пшеница значительно увеличивает урожайность и не так резко ухудшает качество зерна при выращивании в условиях орошения. Так, по данным Украинского НИИ орошаемого земледелия, у сорта Новомичуринка без орошения она составила 15,4 ц/га, а от влагозарядкового и вегетационного поливов увеличи-

122. Влияние некорневой подкормки мочевиной на качество зерна озимой твердой пшеницы (ВСГИ, в среднем за 3 года)

Вариант опыта	Содержание, %		Прочность мака- рон, г	Мутность вароч- ной воды, ед. экстинции X 100
	белка	клеяко- вины		
<i>Мичурилка</i>				
Без удобрений N ₄₆	16,9	37,7	945	34,7
	18,7	42,2	1090	20,5
<i>Новомичурилка</i>				
Без удобрений N ₄₆	17,1	37,0	994	32,0
	18,0	41,7	1147	13,6
<i>Одесская янтарная</i>				
Без удобрений N ₄₆	16,3	36,4	885	25,9
	18,1	39,9	1045	19,5

лась на 20,1 ц/га. Ухудшения качества зерна, как это наблюдается у мягких пшениц, не происходило. Например, стекловидность зерна сорта Новомичурилка без орошения составила 98 %, при поливе — 94 %, содержание белка в зерне соответственно равнялось 15,5 и 15,2, клейковины — 36,5 и 35,4.

Таким образом, результаты изучения качества урожая озимой твердой пшеницы свидетельствуют о том, что ее зерно может служить хорошим сырьем для производства высококачественных прессованных изделий. Следует обратить особое внимание на выращивание этой культуры на юге Украины, где есть все условия для получения высокого урожая хорошего качества.

ГЛАВА 5

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Осуществление комплекса мероприятий, направленных на получение хороших урожаев высокого качества, в значительной степени повышает вероятность получения зерна, соответствующего требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам. Однако ряд важнейших факторов, оказывающих влияние на качество урожая, не находятся под контролем человека. Это прежде всего динамика метеозлементов — температура, влажность, продолжительность часов солнечного сияния, суховеи, ливневые дожди и т. д. В ряде случаев трудно уберечь посевы от повреждения вредителями или болезнями, по разным причинам может нарушиться система удобрения. Поэтому в основных районах возделывания озимой пшеницы нельзя планировать получение высококачественного зерна со всей площади посева, в том числе с полей, где проводились практически все необходимые мероприятия.

Неизбежная пестрота качества зерна на разных полях вызывает необходимость целенаправленного формирования товарных партий с различным уровнем качества. Такая практика существует во всем мире. Естественно, что для обеспечения возможности целенаправленной дифференциации по качеству товарной массы зерна в период заготовки крайне необходима информация о фактических технологических его достоинствах, формирующихся на каждом поле, то есть речь идет о прогнозе качества ожидаемого урожая. В связи с этим наука настойчиво ищет пути надежного прогнозирования. Информацию желательно получать как можно раньше, чтобы лучше организовать работу в период заготовок.

Ряд исследователей установили прямую зависимость между уровнем накопления азота в листьях и белковостью зерна (Болдырев, 1976; Никитишен и др., 1976;

Груздев, 1979). Высказывалось мнение, что на посевах, где после колошения содержание азота в двух верхних листьях будет не менее 4 %, создаются все необходимые условия для накопления белка в зерне, отвечающего требованиям сильной пшеницы (Никитишен, Никитишена, Шабаев, 1976).

В наших исследованиях высокий уровень содержания азота в листьях в периоды образования 2—3 междоузлий, колошения и в начале молочного состояния зерна не гарантировал получение зерна с высоким содержанием белка. Например, в 1973 г. в опытах с разными дозами азотных удобрений содержание азота в двух верхних листьях в период колошения сортов Одесская 51 и Безостая 1 составило 3,9—4,7 %. Однако содержание белка в зерне варьировало от 11,5 до 13,8 %, или ни в одном случае из 20 оно не достигало 14 %, то есть уровня, необходимого для сильной пшеницы. В 1974 г. в этих же опытах содержание азота в листьях находилось в пределах 3,11—4,27 %, а белка в зерне — 10,3—14,0 %. В 1978 г. в двух верхних листьях азота содержалось также 3,06—4,28 %, однако белка в зерне было 14,2—16,4 %. Зерна с 1 га в этом году собрано также самое большое количество — 64,7—74,8 ц/га.

Следует отметить, что коэффициент корреляции между содержанием азота в листьях и в зерне был достаточно высоким (0,6—0,90). Однако не представляется возможным найти надежный коэффициент пересчета азота листьев в азот зерна, которым можно было бы пользоваться с полной гарантией. В пределах года он, как правило, сравнительно мало варьирует в зависимости от сорта и фона выращивания. В то же время в разные годы его величина значительно изменяется. Так, при прогнозе содержания азота в зерне по его количеству в верхних двух листьях в период образования 2—3 междоузлий (трубкование) коэффициент пересчета ($K_{ПТ}$) варьировал по годам от 0,44 до 0,76, а во время колошения ($K_{ПК}$) — от 0,50 до 0,92 (табл. 123).

Вероятно, прогнозировать белковость зерна, зная содержание азота в листьях в любую фазу развития растений, не представляется возможным. Это обусловлено влиянием различных климатических факторов и разной обеспеченностью почвы минеральными элементами питания в период формирования и созревания зерна, а также неодинаковой степенью реутилизации азота у раз-

123. Зависимость между содержанием азота в двух верхних листьях и содержанием азота в зерне озимой пшеницы (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Сорт	Предшественник	Год урожая	K_T	$K_{П_T}$	K_K	$K_{П_K}$
Безостая 1	Черный пар	1973	0,75	0,44	0,98	0,50
Одесская 51	» »	1973	0,87	0,44	0,78	0,50
Безостая 1	Кукуруза на силос	1973	0,63	0,46	0,80	0,50
Одесская 51	» » »	1973	0,64	0,51	0,80	0,57
Безостая 1	Черный пар	1974	0,72	0,49	0,73	0,54
Одесская 51	» »	1974	0,68	0,53	0,77	0,57
Безостая 1	Кукуруза на силос	1974	0,91	0,48	0,94	0,57
Одесская 51	» » »	1974	0,82	0,52	0,96	0,60
Безостая 1	Черный пар	1978	0,85	0,64	0,79	0,75
Одесская 51	» »	1978	0,70	0,67	0,98	0,72
Безостая 1	Кукуруза на силос	1978	0,97	0,76	0,89	0,92
Одесская 51	» » »	1978	0,66	0,70	0,92	0,85
Безостая 1	Черный пар	1979	0,62	0,50	0,74	0,51
Одесская 51	» »	1979	0,79	0,52	0,73	0,56
Безостая 1	Кукуруза на силос	1979	0,87	0,52	0,74	0,62
Одесская 51	» » »	1979	0,98	0,62	0,88	0,62
То же	Черный пар	1980	0,80	0,56	0,87	0,76
» »	Кукуруза на силос	1980	0,73	0,57	0,75	0,82

Примечание. $n=10$. K_T и K_K — коэффициенты корреляции между содержанием азота в двух верхних листьях во время трубкования (K_T), колошения (K_K) и содержанием азота в зерне. $K_{П_T}$ и $K_{П_K}$ — коэффициенты пересчета азота в двух верхних листьях во время трубкования ($K_{П_T}$) и колошения ($K_{П_K}$) в азот в зерне.

ных сортов (Созинов, Попереля, Хохлов, 1972). К таким же выводам пришли ученые ГДР (Vielemeger, Hundt, Nenbert, 1978).

Безусловно, наиболее надежный и точный метод предварительной оценки — определение качества зерна из пробного снопа, взятого в поле за 3—6 дней до уборки (Блохин, 1977). Методика предварительной оценки качества зерна по пробному снопу разработана достаточно хорошо для всех основных зон товарного производства сильной пшеницы. Она позволяет получать надежную информацию о качестве ожидаемого урожая и планировать товарные потоки зерна при заготовке. Широкое проведение такой оценки в условиях производства стало одним из важных факторов увеличения заготовок зерна сильной и ценной пшеницы в Краснодарском крае, на юге Украины, в Западной Сибири.

Опытным путем мы установили самую раннюю фазу налива и созревания зерна, при наступлении которой можно получить надежную информацию о качестве ожидаемого урожая. Изучали отличающиеся по биологическим особенностям и хозяйственно-полезным признакам сорта озимой пшеницы Веселоподолянская 499, Веселоподолянская 485, Веселоподолянская 711, Безостая 1, Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Кавказ, Одесская 51 при выращивании на разных агротехнических фонах в лесостепи и степи Украины. Пробы отбирали в начале, середине и конце молочного состояния зерна, тестообразном состоянии, в начале, середине и конце восковой спелости. Затем сравнивали показатели содержания белка и клейковины, натуры и стекловидности с данными, полученными в фазе полной спелости. Самым ранним сроком, обеспечивающим надежное прогнозирование качества зерна, была фаза тестообразного состояния. В этот период основные процессы формирования зерновки уже завершены, условия погоды обычно не оказывают значительного влияния на показатели качества.

На основании большого количества экспериментальных данных был определен коэффициент пересчета показателей качества, полученных при определении их в фазе тестообразного состояния зерна, для прогнозирования качества зерна в полной спелости. Так, для вычисления содержания белка в зерне в фазе полной спелости можно пользоваться следующей формулой: $B = a \times 1,1 \times 5,7$,

где B — содержание белка в зерне, %; a — содержание азота в зерне в фазе тестообразного состояния, %.

При проверке этой формулы была получена достаточно высокая сходимость расчетного и фактического содержания белка в зерне. Различия, как правило, находились в пределах точности проведения анализа при параллельном определении (табл. 124).

В опытах сделана попытка прогноза натуры зерна и стекловидности. Для прогнозирования натуры зерна в полной спелости ($H_{п}$) ее показатель, полученный в фазе тестообразного состояния зерна ($H_{т}$), умножали на коэффициент 1,05, то есть расчет проводили по формуле: $H_{п} = H_{т} \times 1,05$. Стекловидность зерна (%) в полной спелости ($C_{п}$) определяли по формуле: $C_{п} = C_{т} \times 0,99$, где $C_{т}$ — стекловидность в фазе тестообразного состояния зерна, %.

124. Содержание белка (%) в зерне сорта Одесская 51 в полной спелости при расчетах и аналитическом определении (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Удобрение	1978 г.		1979 г.		1980 г.	
	Р	Ф	Р	Ф	Р	Ф
<i>Черный пар</i>						
Без удобрения	14,1	14,7	11,8	11,4	13,3	12,9
N ₃₀	15,3	15,9	13,3	13,8	14,6	14,8
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	14,7	15,5	11,7	12,0	14,1	14,6
То же + N ₃₀	16,7	17,3	14,0	13,5	17,3	16,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	17,0	16,3	13,7	13,9	17,0	16,2
То же + N ₃₀	17,3	17,6	15,1	15,4	17,4	16,6
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	16,7	16,2	14,3	13,8	17,3	16,0
То же + N ₃₀	17,9	17,2	14,8	15,6	17,6	16,6
P ₆₀ K ₃₀	14,1	14,6	13,4	13,0	14,4	13,6
То же + N ₃₀	15,6	16,2	14,2	14,2	13,6	14,3
<i>Кукуруза на силос</i>						
Без удобрения	12,6	13,1	10,3	10,0	11,2	10,7
N ₃₀	14,7	15,2	10,4	11,2	12,8	12,1
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	13,1	13,4	10,8	10,6	11,3	10,5
То же + N ₃₀	14,3	14,7	12,0	11,6	11,9	12,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	13,8	14,1	12,5	12,2	13,8	13,6
То же + N ₃₀	15,3	15,6	13,6	13,5	14,6	14,0
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	14,2	13,9	13,1	12,5	14,4	14,0
То же + N ₃₀	15,3	15,0	13,9	13,6	15,0	15,3
P ₆₀ K ₃₀	12,4	11,8	10,1	9,9	11,8	12,4
То же + N ₃₀	14,2	14,6	10,9	10,6	13,9	13,1
<p>Примечание. Р, Ф соответственно — расчетное и фактическое содержание белка; N₃₀ — некорневая подкормка в период колосения.</p>						

Сходимость полученных данных в опыте была довольно высокой, однако следует иметь в виду, что на эти показатели могут оказать значительное влияние погодные условия в последние дни созревания зерна и даже при нахождении растений в валках. Поэтому в условиях производства могут наблюдаться существенные отклонения. Уборку урожая при пользовании методом прогноза целесообразно проводить в фазе полной спелости прямым комбайнированием.

На хлебоприемных предприятиях при заготовке зерна важнейшим показателем его качества считается количество клейковины. Следует подчеркнуть, что, к сожалению, никакие косвенные методы: ни перевод содержа-

ния белка при помощи коэффициента 2,2 (Козьмина, 1961), а тем более содержания азота в листьях, не могут использоваться для прогнозирования уровня содержания клейковины. Единственно надежный способ, при помощи которого можно получить точные данные, — прямое определение ее количества. В результате многократных анализов было установлено, что по содержанию клейковины в фазе тестообразного состояния зерна можно довольно точно прогнозировать ее количество в фазе полной спелости. Расчет проводился по формуле: $K_{п} = K_{т} \times 1,28$,

где $K_{п}$ — количество клейковины в зерне в фазе полной спелости, %; $K_{т}$ — количество клейковины в зерне в фазе его тестообразного состояния.

Эта формула дает в опытах довольно хорошие результаты, и различия в данных, полученных расчетным и ана-

125. Содержание клейковины (%) в зерне сорта Одесская 51 в полной спелости при расчетном и аналитическом определении (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы)

Удобрение	1978 г.		1979 г.		1980 г.	
	Р	Ф	Р	Ф	Р	Ф
<i>Черный пар</i>						
Без удобрения	25,8	26,9	23,9	24,6	22,7	24,5
N ₃₀	28,6	30,4	25,7	27,3	26,4	28,0
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	29,3	30,5	26,8	28,3	28,2	28,4
То же + N ₃₀	34,8	33,5	31,0	31,2	33,0	31,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	30,5	31,7	29,1	30,7	33,4	31,8
То же + N ₃₀	34,9	36,0	34,4	33,8	35,7	34,1
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	32,8	32,0	29,8	30,8	33,3	32,2
То же + N ₃₀	36,6	35,5	35,3	34,5	34,2	33,0
P ₆₀ K ₃₀	25,6	26,3	24,1	25,8	27,4	26,9
То же + N ₃₀	30,0	30,6	28,2	29,4	28,1	29,8
<i>Кукуруза на силос</i>						
Без удобрения	22,7	21,0	12,4	14,2	19,5	20,0
N ₃₀	26,2	26,5	15,1	16,7	25,6	24,4
N ₄₅ P ₆₀ K ₃₀	21,7	22,9	18,7	20,3	18,9	20,0
То же + N ₃₀	28,9	27,2	21,8	23,5	23,6	23,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	26,2	25,7	25,3	23,7	26,1	26,8
То же + N ₃₀	28,0	29,7	28,8	27,8	30,1	29,6
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	25,3	26,9	26,4	24,8	30,5	28,7
То же + N ₃₀	27,9	29,5	29,3	28,1	33,3	31,5
P ₆₀ K ₃₀	22,3	21,0	14,7	13,9	19,7	20,6
То же + N ₃₀	25,7	25,2	17,2	16,7	23,8	24,4

Примечание. Обозначения см. в табл. 124.

литическим способом, не превышали 2% (табл. 125). Они допускаются по методике при параллельных определениях.

Проведение доуборочного обследования полей с целью прогнозирования качества урожая позволяет планомерно осуществлять заготовки товарного зерна и формировать партии разного качества. Как показали исследования, к этой работе можно приступать, начиная с момента достижения тестообразного состояния зерна. Обычно до наступления полной спелости проходит еще 12—14 дней, срок вполне достаточный для принятия соответствующих решений.

Как уже упоминалось, методика предуборочного обследования разработана для разных зон страны. Следует только подчеркнуть, что обмолот высушенных пробных снопов удобно проводить при помощи обычного ребристого резинового коврика и деревянной терки, на которую набита такая же ребристая резинка. Это простое приспособление доступно всем и весьма эффективно в работе.

ГЛАВА 6

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

ПОЧВА И КЛИМАТ

Для получения высоких урожаев зерна хорошего качества важное значение имеет выделение под кукурузу земель, которые наиболее полно отвечают биологическим особенностям растений этой культуры. Наивысшие сборы зерна она дает на хорошо окультуренных землях с глубоким плодородным слоем, который содержит в доступной для растений форме достаточное количество питательных элементов и отличается хорошими агрофизиологическими свойствами. Это черноземные, темно-каштановые, темно-серые суглинистые и супесчаные, а также пойменные почвы с нейтральной или слабощелочной реакцией. Сильнозасоленные, а также с повышенной кислотностью, склонные к заболачиванию почвы непригодны для возделывания кукурузы.

При прорастании семена нуждаются в хорошей аэрации, потому что крупные зародыши их поглощают много кислорода. Высокая урожайность обеспечивается при почвенном содержании кислорода на протяжении вегетации не менее 18—20 %. При его количестве около 10 % рост корней замедляется, а при 5 % — останавливается. При этом прекращается поглощение воды и элементов питания из почвы, обмен веществ в корнях и надземной части растений. Кукуруза нуждается в аэрации почвы и в последующие фазы в связи с необходимостью снабжения корней кислородом воздуха. От их дыхания зависит поглощающая способность. По данным И. П. Гречина (1974), в подпахотных слоях почвы при переувлажнении или образовании плотной корки на поверхности содержание CO_2 может достигать 5—7 % при уменьшении

количества кислорода до 10—15 %. Высокая концентрация CO_2 токсична для корней кукурузы, снижается жизнедеятельность большинства аэробных микроорганизмов. При недостатке кислорода корни поглощают его из окисленных соединений, что вызывает появление нитратов в растворе и хлороз растений, при этом подавляются процессы биосинтеза и рост кукурузы. Достаточное поступление в почву кислорода повышает жизнедеятельность корней, поглощение ими воды и минеральных веществ. Нельзя допускать как излишнего уплотнения корнеобитаемого слоя, так и слишком рыхлого его состояния. Оптимальная для кукурузы плотность большинства почв 1,1—1,3 г/см³ (Третьяков и др., 1979).

Кукуруза предъявляет особые требования к теплу. Определенные условия должны быть для появления всходов. Обычно семена дружно прорастают при температуре почвы 8—10 °С, а всходы появляются при температуре не ниже 10—12 °С. Температурные условия определяют наступление фенологических фаз, рост и развитие растений. Ответственными периодами в формировании зерна кукурузы являются фаза 2—3 листьев, когда происходит дифференциация зачаточного стебля, и фаза 6—7 листьев, когда определяется размер початка. Сумма активных температур за период всходы — выбрасывание метелок в различные годы бывает довольно близкой и колеблется в степной зоне для среднеспелых гибридов от 1200 до 1400 °С. Наиболее благоприятные для кукурузы суточные температуры 20—23 °С. Резкое снижение интенсивности роста наблюдается при 14—15 °С, а при 10 °С рост прекращается (Логачев, 1978).

Цветет кукуруза при низкой температуре: среднесуточной 10,6 °С и максимальной дневной 18,8 °С. Чрезмерно высокая температура в этот период значительно губительнее, чем низкая. Она только задерживает прорастание пыльцы, которая содержит около 60 % воды и обладает слабой водоудерживающей способностью. При температуре выше 30—35 °С в фазе цветения и относительной влажности воздуха около 30 % пыльца в течение 1—2 ч после растрескивания пыльников высыхает, теряет способность к прорастанию, что приводит к плохой выполненности початков. Пыльца, появившаяся рано утром, а также во второй половине жаркого дня, обычно бывает нежизнеспособной. При прохладной погоде она сохраняет жизнеспособность в течение суток.

Формирование, налив и созревание зерна может происходить при сравнительно низкой температуре воздуха: среднесуточной 11—12 °С и максимальной дневной 15 °С. Фазы налива, молочного состояния зерна, молочно-восковой спелости наступают быстрее при более высоких температурах. Резко увеличиваются межфазные периоды при температурах ниже 14 °С. Сумма биологически активных температур, необходимая для созревания скороспелых гибридов кукурузы, составляет 1800—2000 °С, среднеспелых и позднеспелых — 2300—2600 °С (Третьяков и др., 1979).

Кукуруза — сравнительно засухоустойчивая культура. Ее мощная мочковатая корневая система энергично поглощает воду из почвы и благодаря этому растения экономно ее используют на единицу урожая сухой массы и зерна. Как правило, на образование 1 ц сухого вещества расходуется от 174 до 406 ц воды. С увеличением урожая расход воды с единицы площади возрастает.

В начальные фазы роста кукуруза потребляет небольшое количество воды. По достижении 7—8 листьев у среднеспелых гибридов и 9—10 листьев у позднеспелых расход ее значительно возрастает и достигает максимума в начале цветения метелок и молочного состояния зерна, что связано с динамикой развития листовой поверхности и прироста вегетативной массы урожая (табл. 126).

126. Расход воды среднеспелыми гибридами кукурузы (Филев, 1975)

Фаза, период	Продолжительность периода, дней	Расход воды, % общего количества
Всходы — 15—20 листьев	37—38	7—8
15—20 листьев — середина молочного состояния зерна	Около 40	69—73
Середина молочного состояния зерна — полная спелость	30—35	20—22

Урожайность кукурузы имеет прямую связь с запасами почвенной влаги от посева до фазы выметывания. Коэффициент корреляции равен 0,52. Недостаток влаги за 10 дней до выметывания и спустя 20 дней после выметывания метелок (критический период) резко снижает урожайность. За этот период (30 дней) растения потребляют 40—50 % общего количества воды, что связа-

но с интенсивным накоплением сухого вещества, созреванием пыльцы, цветением, оплодотворением и началом формирования зерна. Недостаток влаги в почве снижает урожайность до 30—40 %. Это обуславливает образование мелких початков с пониженным количеством зерен и череззерницей, у некоторых растений початки вообще не образуются. При 2—3-дневном действии почвенной засухи урожайность зерна кукурузы снижается на 20 %, а в течение 7 дней — до 50 %.

На рост и развитие растений, формирование урожая и его качество существенное влияние оказывает свет. Повышенные требования кукурузы к интенсивному освещению проявляются с первых дней жизни. Нормальный рост и развитие растений наблюдаются при продолжительности дня 12—14 ч. При более продолжительном дне вегетационный период удлиняется, особенно позднеспелых гибридов. Даже небольшое затенение при других благоприятных условиях уменьшает листовую поверхность растений, задерживает наступление фенологических фаз, ослабляет поглощение элементов питания, снижает урожайность и белковость зерна.

Благоприятные условия для формирования высокого урожая зерна хорошего качества в зависимости от почв, тепла, воды и света создаются в южных районах страны и достигают 52° северной широты. Граница этой зоны проходит по линии Каменец-Каширский, Дубровица, Чернигов, Кролевец, Курск, Куйбышев, Оренбург.

Кормовые и технологические достоинства зерна кукурузы существенно изменяются под влиянием условий выращивания. Для получения высокого урожая зерна хорошего качества необходимо применять весь комплекс агротехнических приемов, обеспечивающих создание оптимальных условий для реализации потенциальных возможностей гибрида или сорта в конкретных почвенно-климатических условиях.

Основное направление увеличения производства зерна кукурузы, улучшения его качества — внедрение индустриальной технологии, которая предусматривает проведение минимального числа обработок почвы, посев высокопродуктивных гибридов, различающихся по срокам созревания, внесение минеральных удобрений в повышенных дозах, посев по лучшим предшественникам, применение высокоэффективных быстроразлагающихся гербицидов, а также высокопроизводительной техники, обе-

спечивающей осуществление всех работ в точном соответствии с требованиями технологии, в установленные сроки и с высоким качеством. Рассмотрим влияние основных слагаемых индустриальной технологии на качество зерна кукурузы.

ПРЕДШЕСТВЕННИКИ

Кукуруза не предъявляет таких требований к предшественникам, как озимая пшеница. Ее можно возделывать на одном участке несколько лет подряд без опасности снижения урожайности при условии применения комплекса необходимых агротехнических мероприятий. Однако при рациональном размещении кукурузы в севообороте можно повысить урожайность ряда культур.

В степных районах Украины наиболее целесообразно размещать ее после озимой пшеницы или кукурузы. Посев после ячменя, подсолнечника и сахарной свеклы, как правило, приводит к снижению урожайности и качества зерна, прежде всего его белковости (табл. 127).

127. Урожай и качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 в зависимости от предшественника (Эрастовская опытная станция, в среднем за 1977—1979 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	жира	крахмала
Озимая пшеница	56,6	260	10,94	4,75	69,6
Кукуруза	56,5	264	10,44	4,70	71,6
Сахарная свекла	50,0	263	10,12	4,40	70,7
Ячмень	54,7	258	10,08	5,02	71,6
Подсолнечник	52,2	255	10,12	4,86	70,6

Как установлено, лучшим предшественником кукурузы является озимая пшеница, однако важную роль играет и ее предшественник. Самые лучшие результаты как по урожайности, так и по качеству зерна получают, если озимая пшеница высевается по черному пару, худшие — после гороха и кукурузы на зеленый корм (табл. 128).

Многолетние исследования и практика передовых хозяйств показывают, что в степных условиях самый высо-

128. Влияние предшественников озимой пшеницы на урожай и качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 (Эрастовская опытная станция, в среднем за 1977—1979 гг.)

Предшественник озимой пшеницы	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	жира	крахмала
Горох	58,2	260	10,34	4,61	70,7
Кукуруза	59,0	271	10,34	4,66	68,3
Черный пар	63,6	262	10,92	4,60	70,3

кий урожай и лучшее качество зерна обеспечивает кукуруза при посеве в звеньях: черный или занятый пар — озимая пшеница — кукуруза; озимая пшеница по черному пару — озимая пшеница — кукуруза; горох — озимая пшеница — кукуруза; кукуруза — горох — кукуруза; многолетние травы — озимая пшеница — кукуруза; кукуруза — кукуруза — кукуруза; в лесостепных: озимая пшеница — сахарная свекла — кукуруза; горох — озимая пшеница — кукуруза; сахарная свекла — кукуруза — кукуруза.

В основных районах кукурузосеяния Российской Федерации эта культура возделывается преимущественно в севооборотах. В районах с недостаточным количеством осадков ее не следует высевать после сахарной свеклы, суданской травы, подсолнечника, которые сильно иссу-

129. Влияние бессменного посева на урожай и качество зерна гибрида кукурузы Краснодарский 436 (Эрастовская опытная станция, в среднем за 1977—1979 гг.)

Предшественник	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	жира	крахмала
Кукуруза *	47,3	267	10,21	4,96	72,3
Подсолнечник **	39,7	258	9,88	4,78	70,2
Ячмень **	38,6	261	10,23	4,86	71,9
Горох **	42,5	261	9,88	4,68	71,8
Озимая пшеница ***	56,6	265	11,61	4,75	69,6

* Бессменный посев.
 ** Культура, прерывающая бессменность 1 раз в 4 года.
 *** В севообороте по черному пару.

шают почву. Сахарная свекла кроме того, обедняет почву цинком, необходимым для кукурузы, и способствует размножению патогенной микрофлоры.

При переходе на индустриальный способ возделывания кукурузы все большее значение приобретает посев ее несколько лет подряд. Однако при этом необходимо учитывать, что на бессменных посевах происходит снижение урожайности и содержания белка в зерне по сравнению с этими показателями, полученными в севообороте (табл. 129).

ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

При индустриальной технологии значение основной обработки почвы значительно увеличивается. Ее необходимо максимально использовать для полного уничтожения сорняков, особенно многолетних. Обычно обработку начинают с лущения стерни, которое способствует очистке полей от сорняков и вредителей. На полях, где распространены однолетние сорняки, лущение на глубину 7—8 см обычно проводят дисковыми широкозахватными луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛД-20 и дисковыми боронами БДТ-7 или БД-10. На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками (осот, молочай, горчак розовый, вьюнок полевой и др.), применяют двукратное лущение стерни: первое — дисковыми орудиями на глубину 7—8 см, второе — корпусными луцильниками ППЛ-10-25 или другими на глубину 12—14 см.

Перед вспашкой под кукурузу после кукурузы или других пропашных культур очень важно хорошо измельчить пожнивные остатки дисковыми луцильниками или тяжелыми дисковыми боронами. Следует иметь в виду, что при низкокачественной заделке в почву пожвальных остатков эффективность почвенного гербицида эрадикана* резко снижается, потому что значительная часть его остается на поверхности этих остатков и не попадает в почву. Пожвальные остатки лучше всего заделывать ярсными плугами ПЯ-3-35 или ПД-4-35.

Главная цель вспашки — создание наиболее благоприятных условий для накопления влаги и питательных веществ в почве, оптимальных воздушного и теплового режимов. Это способствует получению высококачествен-

* Здесь и далее опытно-производственное применение.

ного урожая. Так, по данным Эрастовской опытной станции, на почвах, где преобладают среднемощные суглинистые черноземы, самая высокая урожайность получалась при вспашке на глубину 30—32 см, вспашка на 20—22 см снижала урожайность на 1,6—2,2 ц/га, более глубокая (до 40 см) обычно не обеспечивала достоверного увеличения урожайности и экономически была не оправдана. При глубине вспашки на 30—32 см формировалось также зерно с высшим содержанием белка — 10,84 %. При глубине вспашки 20—22, 40—42 см белковость зерна соответственно составляла 10,22 и 10,32 %.

На почвах, подверженных водной и ветровой эрозии, перспективна обработка плоскорезами. Лушение стерни на глубину 6—8 см проводят культиваторами-плоскорезами КПП-2,2 и КПЭ-3,8, повторное лушение после отрастания сорняков на 8—10 или 10—12 см, а затем обработку почвы плоскорезами-глубококорыхлителями КПГ-250 и КПГ-2-150 на глубину 25—27 см. До посева кукурузы поля обрабатывают игольчатыми боронами и дважды рыхлят на глубину 10—12 и 8—10 см теми же культиваторами-плоскорезами. По данным ВНИИ кукурузы, при противоэрозионной обработке почвы по сравнению с обычной вспашкой урожайность и качество зерна кукурузы не изменялись (табл. 130).

130. Влияние систем обработки почвы на качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1978—1979 гг.)

Обработка почвы	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	жира	крахмала
Обычная	38,1	242	10,48	4,84	72,21
Почвозащитная	38,2	249	10,56	4,98	72,88

УДОБРЕНИЕ

Наиболее эффективным и быстродействующим, а в большинстве районов страны решающим фактором, способствующим повышению урожая и качества зерна кукурузы, служат удобрения. С их помощью можно изменить направленность процессов обмена веществ и вызы-

вать более активное накопление в растениях полезных веществ — белков, жиров, углеводов.

Кукурузные растения потребляют из почвы питательные вещества в течение почти всего вегетационного периода: раньше заканчивается поглощение азота и калия, фосфор поступает в растения почти до созревания. По данным ВНИИ кукурузы, растения (без удобрения) до наступления фазы выбрасывания метелок потребляли 33,7 % азота, 43,3 калия, 19,1 % фосфора; к началу молочного состояния — соответственно 55,8, 64,3 и 40,9. К фазе молочно-восковой спелости вынос азота и калия заканчивался, а количество использованного фосфора составило 82,2 % общего его потребления. На создание 1 ц зерна с соответствующим количеством листостебельной массы в зависимости от величины урожая на черноземных почвах расходуется 2,15—4,34 кг азота, 0,61—1,56 фосфора и 1,7—2,55 кг калия. При формировании урожая зерна 60—70 ц/га вынос питательных веществ примерно составляет: азота 150—180 кг/га, фосфора 50—60, калия 150 кг/га, а 100 ц/га — соответственно 390, 110 и 360 (Лютый, 1978).

В зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения на черноземах обыкновенных среднемощных и мощных, мицелярно-карбонатных и южных высокие урожаи кукуруза дает при внесении азотных и фосфорных удобрений, а на дерново-подзолистых почвах, черноземах оподзоленных и выщелоченных, серых лесных почвах — азотных.

Повышение качества зерна кукурузы путем внесения удобрений должно быть направлено главным образом на увеличение содержания в нем белковых соединений. Многочисленные исследования, проведенные в различ-

131. Влияние азотных удобрений на содержание белка в зерне кукурузы (Гетманец, 1977)

Вариант опыта	Краснодарский ПГ 303		Днепропетровский ПГ 50	
	Урожайность, ц/га	Содержание сырого белка в зерне, %	Урожайность, ц/га	Содержание сырого белка в зерне, %
Без удобрения	61,3	8,04	70,0	8,72
N ₆₀ P ₉₀	76,8	8,32	79,4	9,18
N ₁₂₀ P ₉₀	80,0	9,72	83,3	9,36
N ₁₈₀ P ₉₀	84,3	10,10	86,7	10,06

ных почвенно-климатических зонах страны, довольно согласованно показывают, что этого можно добиться прежде всего усилением азотного питания растений. Внесение возрастающих доз азотных удобрений, как правило, увеличивает содержание белка в зерне даже в тех случаях, когда прибавки урожая за счет вносимых минеральных удобрений незначительны (табл. 131).

132. Урожай и качество зерна кукурузы в Молдавской ССР в зависимости от доз азотных удобрений

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Содержание сырого белка в зерне, %
<i>Выщелоченный чернозем (Туртуряну, 1973)</i>		
Без удобрения	43,7	10,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	54,9	11,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	57,0	11,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	59,7	11,3
<i>Типичный мощный чернозем (Булай, Кудзин, 1975)</i>		
Без удобрения	55,8	10,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	66,0	12,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	67,6	13,1

В Молдавской ССР возрастающие дозы азотных удобрений также увеличивали урожай и содержание белка в зерне (табл. 132).

Установлено, что среди изученных форм азотных удобрений наименее заметное отрицательное влияние на фракционный состав белков зерна кукурузы оказывало внесение сульфата аммония. Возможно, это обусловлено специфическим действием на белковый комплекс серы, входящей в состав удобрения. Содержание лизина в зерне от внесения азотных туков снижается, однако от применения сульфата аммония — в сравнительно меньшей степени; содержание

триптофана в этом варианте опыта было максимальным (табл. 133).

Важным при использовании удобрений является возможность дальнейшего повышения белковости зерна кукурузы при существенном уменьшении площади питания, то есть загущение посевов. Это обстоятельство необходимо учитывать, разрабатывая систему удобрения кукурузы для условий орошения. В опытах, проведенных во ВНИИ кукурузы (Филев и др., 1978), содержание белка увеличивалось по мере роста доз азотных удобрений. Абсолютная прибавка его при внесении наименьшей дозы азота (N₆₀) в зависимости от гибрида и густоты сто-

133. Фракционный и аминокислотный состав белков зерна кукурузы в зависимости от форм азотных удобрений

Показатель качества	Вариант опыта				
	без удобрений	РК (фон)	Фон+N _{aa}	Фон+N _a	Фон+N _м
Общее содержание азота в зерне, %	1,78	1,64	1,88	1,94	1,92
Содержание фракций, % общего азота:					
альбумины	22,3	20,6	16,8	17,3	14,9
глобулины	11,0	12,5	9,7	10,0	11,1
проламины	17,2	14,6	21,4	19,0	23,9
глутелины	29,9	33,4	31,6	34,2	34,6
нерастворимый остаток	19,6	18,9	20,5	19,5	17,5
Сумма незаменимых аминокислот, г/100 г белка	44,36	44,56	39,30	43,93	39,68
в том числе:					
лизин	2,83	2,80	2,54	2,62	2,43
триптофан	0,65	0,63	0,63	0,71	0,57

Примечание. aa — аммиачная селитра, а — сульфат аммония, м — мочевины.

яния растений колебалась от 0,57 до 1,13 %, а при самой высокой (N₁₈₀) — от 1,32 до 2,07 %. По отношению к контролю это составляло 15—25 %.

По другим показателям, характеризующим химический состав зерна, влияние удобрений и густоты стояния растений проявилось не так заметно. Можно лишь отметить некоторое повышение зольности и содержания усвояемого белка при внесении удобрений у гибрида Краснодарский 303. В то же время общий выход усвояемого белка в пересчете на 1 га у обоих гибридов закономерно возрастал с увеличением доз удобрений, причем у гибрида Краснодарский 303 это проявлялось более резко, чем у Днепровского ПГ 50. От внесения N₁₈₀P₉₀ увеличение по сравнению с контролем составило в среднем для этих гибридов соответственно 288 и 191 кг/га.

Особенно возрастает роль азота как фактора увеличения выхода белка при загущении посевов. Например, у гибрида Краснодарский 303 внесение N₁₈₀P₉₀ при густоте стояния растений 50 тыс/га увеличило выход белка

на 266 кг/га, при густоте 60 тыс/га — на 288 кг/га и при 70 тыс/га — на 314 кг/га.

Выход кормовых единиц с 1 га также зависит от доз удобрений и густоты стояния растений. С увеличением доз закономерно увеличивался выход кормовых единиц. В то же время при внесении удобрений оптимальной оказалась густота 60 тыс/га (табл. 134).

134. Химический состав и питательность зерна кукурузы в зависимости от состава удобрений и густоты стояния растений (в среднем за 1974—1976 гг.)

Вариант опыта	Густота посева, тыс/га	Урожайность, ц/га	Содержание, %				Количество в 100 кг сухого вещества, кг		Выход с 1 га	
			зола	сырого белка	жира	клетчатки	усвояемого белка	кормовых единиц	усвояемого белка, кг	кормовых единиц
<i>Днепропетровский ПГ 50</i>										
Без удобрения	50	64,7	1,52	8,81	4,97	2,58	6,86	154	417	8 560
То же	60	63,0	1,59	8,44	4,81	2,78	7,19	153	446	8 280
» »	70	61,7	1,65	8,26	4,40	2,62	7,15	152	412	8 010
N ₆₀ P ₉₀	50	78,2	1,60	9,94	4,93	3,03	7,65	150	564	10 080
То же	60	79,8	1,53	9,23	4,97	2,97	6,69	153	505	10 410
» »	70	77,5	1,55	9,10	4,37	2,83	6,84	153	499	10 210
N ₁₂₀ P ₉₀	50	81,5	1,54	10,20	4,79	3,20	7,57	153	585	10 700
То же	60	85,9	1,68	9,96	4,96	3,08	7,71	152	626	11 240
» »	70	81,4	1,65	9,82	4,95	2,95	7,16	154	552	10 700
N ₁₈₀ P ₉₀	50	82,6	1,57	10,13	4,66	2,90	7,47	152	582	10 820
То же	60	89,8	1,55	10,35	4,86	2,67	7,69	153	655	14 490
» »	70	89,0	1,70	10,15	5,04	2,26	7,52	154	610	11 360
<i>Краснодарский ПГ 303</i>										
Без удобрения	50	62,4	1,42	8,94	4,63	1,66	6,87	154	404	8 280
То же	60	61,9	1,41	8,46	4,32	1,29	6,53	154	378	8 190
» »	70	59,9	1,50	8,37	4,23	2,39	6,60	153	372	8 250
N ₆₀ P ₉₀	50	78,6	1,58	9,51	4,55	1,74	7,51	153	558	10 360
То же	60	80,1	1,70	9,50	4,55	1,91	7,58	153	576	10 530
» »	70	77,4	1,64	9,12	4,44	2,39	6,92	153	507	10 160
N ₁₂₀ P ₆₀	50	80,2	1,80	10,46	5,06	2,89	8,86	152	665	10 480
То же	60	84,0	1,65	10,27	4,36	2,02	7,80	152	622	10 950
» »	70	81,6	1,73	10,54	4,89	2,22	8,21	153	633	10 710
N ₁₈₀ P ₉₀	50	83,5	1,80	10,92	4,85	1,99	8,50	153	670	10 940
То же	60	90,3	1,61	10,35	4,40	2,06	7,76	153	664	11 850
» »	70	84,4	1,70	10,44	5,05	1,62	8,24	153	686	11 110

Формы азотных удобрений существенно не различаются по влиянию на качество зерна (табл. 135).

135. Влияние различных форм азотных удобрений (N₆₀) на качество зерна кукурузы (по Гетманцу, Кудзину, 1978)

Вариант опыта	Содержание, %			
	сырого белка	жира	крахмала	клетчатки
Без удобрения	10,75	4,68	62,7	2,2
P ₆₀ K ₆₀ (фон)	10,25	4,89	64,4	2,1
Фон + N _{aa}	11,49	4,62	63,0	2,2
Фон + N _a	11,25	4,58	63,2	2,1
Фон + N _м	11,49	4,53	63,6	2,1

Такое же увеличение содержания белка в зерне кукурузы отмечалось в опытах болгарских ученых (Годова и др., 1977). Например, в одном из вариантов в контроле без удобрений в зерне было 8,94 % белка, при внесении 126 кг/га азота — 10,64, 190 кг/га — 10,75, 253 кг/га — 11,88 и 316 кг/га — 12,94 %.

В экспериментах, проведенных в Югославии (Готлин, 1977), при внесении возрастающих доз удобрений увеличивался урожай, белковость зерна, выход белка с 1 га, но несколько снижалось относительное количество усвоенного зерном азота (табл. 136).

136. Влияние повышенных доз азотного удобрения на урожай зерна, массу початков, содержание, сбор белка и процент азота, усвоенного зерном

Количество внесенного азота, кг/га	Урожайность зерна, ц/га	Масса початков, г	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, кг/га	Доля азота, усвоенного зерном, %
0	43,6	127,0	6,92	239,3	—
46	61,0	158,7	7,22	351,6	39,6
91	79,8	204,1	7,86	497,8	45,5
113	89,4	222,3	8,06	571,5	46,7
137	95,0	240,4	8,45	637,3	46,6
159	95,2	235,8	8,46	639,6	40,0
182	99,1	254,0	8,74	687,2	39,4
205	95,3	288,5	9,00	682,7	34,8
228	99,3	240,4	9,30	733,7	34,7
273	98,4	249,4	9,17	716,7	28,0
318	99,8	244,0	9,55	754,1	25,8
365	96,9	244,9	9,58	737,1	21,9

Условия минерального питания растений влияют не только на общее содержание белка в зерне, но и на его фракционный и аминокислотный состав. Исследованиями А. Я. Гетманца, Ю. К. Кудзина (1978) установлено, что от использования фосфорно-калийных удобрений заметно улучшается фракционный состав белков в результате снижения содержания наименее полезной в кормовом отношении зеиновой фракции, хотя абсолютное содержание самого белка в данном случае изменяется незначительно. К сожалению, внесение одновременно азота, фосфора и калия, повышая содержание белка в зерне, заметно увеличивает также содержание в нем зеина. Однако это не значит, что рост количества белка в зерне кукурузы при полном минеральном удобрении неэффективен, так как одновременно повышается выход с 1 га незаменимых аминокислот.

Наряду с этим некоторые исследователи отмечают снижение содержания сырого белка в зерне кукурузы как в богарных, так и в орошаемых условиях при внесении высоких доз азотных удобрений. При орошении, кроме так называемого ростового разбавления, это явление, вероятно, в значительной мере обусловлено непроизводительными потерями азота удобрений из почвы из-за выщелачивания и улетучивания в газообразной форме в атмосферу. В богарных условиях одна из главных причин неэффективного использования азота — дефицит продуктивной влаги в почве, который снижает темпы поступления азота внесенных туков в кукурузное растение (Гетманец, 1980).

Необходимо отметить, что внесением небольших доз удобрений до посева кукурузы легче увеличивать ее урожайность, чем содержание белка в зерне, и наоборот, при внесении высоких доз увеличивается белковость (табл. 137). Это объясняется тем, что кукуруза при наличии влаги в почве очень продуктивно использует доступные питательные вещества на формирование урожая, а концентрация азотистых соединений в зерне растет медленнее. Необходимо отметить, что растения кукурузы обладают довольно широким диапазоном нормы реакции, и существенное изменение биохимического состава зерна происходит только при условии некоторого избытка поступления азотистых веществ.

В связи с указанным представляют интерес поздние подкормки кукурузы азотом в тот период, когда допол-

137. Влияние удобрений на качество зерна гибридов кукурузы (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1978—1980 гг.)

Удобрение	Урожай- ность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание в зерне, %		
			белка	крахмала	жира
<i>Краснодарский ПГ 303</i>					
Без удобрения	43,7	251	10,27	72,1	4,38
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	51,0	268	11,02	71,8	4,76
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	49,0	258	11,48	71,5	4,44
<i>Краснодарский 436</i>					
Без удобрения	43,4	246	9,06	72,2	4,87
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	47,5	256	9,83	71,8	4,77
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	44,9	249	10,72	71,5	4,86
<i>Пионер 3978</i>					
Без удобрения	46,9	228	9,34	73,6	4,56
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	52,7	238	9,70	72,7	4,81
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	48,5	227	9,86	73,2	4,58
<i>Днепроvский 415 *</i>					
Без удобрения	43,8	272	9,94	74,0	4,33
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	52,8	272	9,62	72,9	4,56
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	51,8	256	10,40	72,6	4,47
<i>Днепроvский 505</i>					
Без удобрения	47,6	244	9,32	73,4	4,40
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	53,5	264	9,52	72,8	4,55
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	53,5	236	9,77	72,0	4,54
* Без данных за 1980 г.					

нительно усвояемый азот уже не будет использован на рост. Азот, поступивший в растение в этот период, будет концентрироваться и накапливаться в зерне. Осуществить это можно путем некорневых подкормок мочевиной, которые способствуют дополнительному повышению содержания белка в зерне (табл. 138).

Установленное в опытах отдельных опытных станций незначительное повышение содержания сырого белка в зерне кукурузы не дает основания широко рекомендо-

вать некорневую подкормку на массивах кукурузы, которая выращивается на зерно. Необходимо еще изучить эффективность некорневой подкормки в зависимости от ряда факторов: доз мочевины, концентрации рабочего раствора, удобренности поля, сочетания мочевины с другими химическими веществами, способствующими увеличению коэффициента ре-

утилизации, реакции гибридов и др.

138. Влияние некорневой подкормки мочевиной на содержание белка в зерне кукурузы (Кудзин, Жемела, 1969)

Опытная станция ВНИИ кукурузы	Содержание белка в зерне, %	
	без под- кормки	с под- корм- кой
Эрастовская	11,75	12,06
Жеребковская	10,02	11,42
Красноградская	13,52	15,08
Розовская	12,88	13,06
Воронежская	8,50	9,78
Поволжская	11,67	11,97
Ставрополь- ская	8,12	10,18

Следует отметить, что некоторые гибриды неодинаково реагируют на некорневые подкормки и накопление белка в зерне. Так, в опытах ВНИИ кукурузы такие гибриды, как Днепровский 90 и Днепровский 56, повысили содержание сырого белка в зерне от однократной некорневой подкормки на 13—17%, а другие — только на 5%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при помощи внесения минеральных удобрений в соответствующих дозах можно создавать необходимые условия не только для роста урожайности, но и для улучшения качества зерна кукурузы. При этом наибольшее влияние на уровень белковости зерна оказывают азотные туки. На каждом участке и в конкретных условиях оптимальная доза азота и его соотношение с фосфорно-калийными удобрениями будут изменяться. Однако в большинстве опытов без орошения наилучшие результаты получены при внесении на обыкновенных черноземах $N_{60-90}P_{60-90}K_{30-45}$, черноземах глубоких оподзоленных, темно-серых и серых оподзоленных почвах — $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$, на дерново-подзолистых почвах — $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$. В условиях орошения оптимальные нормы минеральных удобрений $N_{150-180}P_{90-100}K_{30-45}$.

СРОКИ СЕВА И ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Оптимальные сроки сева кукурузы наступают, когда устойчивая среднесуточная температура почвы на глуби-

не 10 см достигает 10—12°C. Однако при этом следует учитывать биологические особенности гибридов, почвенно-климатические, а также погодные условия, скадывающиеся в отдельные годы в весенний период. В засушливых и полузасушливых степных районах необходимость сева кукурузы в оптимальный срок обуславливается тем, что верхний слой почвы весной к этому времени быстро прогревается и подсыхает. Как показали исследования, проведенные на Генической и Эрастовской опытных станциях, при опоздании с севом семена нередко попадают в недостаточно влажный слой почвы, медленно впитывают влагу, и в результате полевая всхожесть их значительно снижается. Не дает положительных результатов и сев раньше оптимального срока, если семена попадают в недостаточно прогретую почву. При этом они больше повреждаются проволоочниками, плесневеют и теряют всхожесть. Отклонение от оптимального срока сева в сторону как раннего, так и позднего, снижает урожай кукурузы (Золотов, Пономаренко, 1978).

Посев в допустимо ранние сроки приводит к уменьшению содержания белка и повышению количества крахмала (табл. 139).

139. Влияние сроков сева на качество зерна гибрида Краснодарский ПГ 303 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1977—1979 гг.)

Срок сева	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	крахмала	жира
Ранний	58,7	263	12,07	73,29	4,48
Оптимальный	60,6	260	13,23	70,65	4,31

Среди ряда других факторов, определяющих урожайность и качество зерна кукурузы, важнейшая роль принадлежит густоте посева. В зависимости от почвенно-климатических условий, биологических особенностей возделываемых гибридов, влагообеспеченности, уровня культуры земледелия, агрофона и других факторов оптимальная густота кукурузы сильно варьирует — от 20 — 25 тыс/га в засушливых южных и юго-восточных районах до 50—60 тыс/га в районах достаточного увлажнения (Золотов, Пономаренко, 1978).

Исследованиями, проведенными Одесским СХИ на южном черноземе степи Украины, установлено, что при загущении посевов сверх оптимальной нормы (50 тыс/га в условиях орошения) отмечена устойчивая тенденция к снижению содержания белка в зерне. Вместе с тем другие показатели качества (содержание жира, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, золы) изменялись незначительно.

По данным ВНИИ кукурузы, при густоте посева 25, 30, 35, 40, 45 тыс/га гибридов Краснодарский 303, Пионер 3978 после озимой пшеницы, подсолнечника, ячменя и кукурузы без удобрений и внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ не наблюдалось существенных изменений в содержании белка, жира и крахмала в зерне, в то же время различия в урожайности были существенными.

БОРЬБА С СОРНЯКАМИ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Сорные растения — один из наиболее сильнодействующих факторов, снижающих продуктивность кукурузы. На полях, засоренных однолетними сорняками (щетинник сизый и зеленый, просо куриное, марь белая, ширица белая и запрокинутая) в количестве 10—15 шт/м², обычно теряется 3—5 ц/га зерна и 25—60 ц силосной массы этой культуры. Более вредоносны корнеотпрысковые многолетники (горчак ползучий, бодяк полевой, осот желтый, вьюнок полевой). При указанном уровне засоренности урожай снижается на 50—80 %.

Сорняки оказывают отрицательное влияние и на качество зерна. На делянках кукурузы без уничтожения сорняков наряду со снижением урожайности уменьшается масса 1000 зерен и содержание белка по сравнению с делянками, где сорняки не росли (табл. 140).

140. Качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 в зависимости от засоренности посевов (Эрастовская опытная станция, в среднем из 15 опытов за 1977—1979 гг.)

Делянка	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание в зерне, %		
			сырого белка	крахмала	жира
С сорняками	33,7	252	11,74	73,66	4,82
Без сорняков	45,6	268	12,68	73,08	4,96

Для уничтожения сорняков, кроме агротехнических приемов, применяются гербициды с учетом видового состава сорняков на полях, степени и типа засоренности и особенностей отдельных препаратов. В связи с тем, что аминная соль и эфиры 2,4-Д обладают способностью проникать в растения через листья и корни, их вносят по вегетирующим растениям кукурузы в фазе 3—5 листьев.

Применяемые гербициды группы симм-триазинов (атразин, симазин, политриазин* и др.) под предпосевную культивацию не только уничтожают сорняки, в результате чего повышается урожайность кукурузы, но и способствуют некоторому повышению белковости зерна (табл. 141).

141. Качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 в зависимости от применения политриазина* (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1977—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание в зерне, %		
			сырого белка	крахмала	жира
Контроль (без прополки, без гербицида)	38,8	252	10,63	71,81	4,94
Контроль (с прополками, без гербицида)	46,9	263	10,58	71,17	4,96
Политриазин, 2 кг/га	41,1	253	10,97	69,84	4,87

Фитотоксичность симм-триазинов существенно возрастает, если после их внесения выпадают осадки. Это объясняется лучшим проникновением гербицидов в зону расположения корней и проростков сорных растений, гибель которых в этом случае достигает 75—85 %.

При недостаточном увлажнении, а также в условиях засухи эффективность симм-триазинов снижается. По сравнению с 2,4-Д гербициды этой группы обладают более широким спектром действия на сорняки. Они подавляют не только однолетние двудольные, но и однолетние злаковые растения, что позволяет содержать посевы кукурузы в чистом состоянии в течение всего периода ее вегетации.

Первые признаки фитотоксичного действия симм-триазинов обнаруживаются через 7—10 дней после внесения в почву. У сорных растений подавляется фотолит

воды и образование хлорофилла, в результате чего засыхают кончики листьев, появляются признаки хлороза. При допосевном внесении этих гербицидов (осенью по выровненной зяби, весной под культивацию) часть сорняков погибает в фазе проростков (Циков, Матюха, 1978).

Для борьбы с сорняками в посевах кукурузы применяется также линурон. В оптимальных дозах он полностью разлагается в почве за 3—4 месяца до безвредных для растений продуктов распада. Линурон оказывает лучшее действие на однолетние двудольные, чем на однодольные сорные растения, почвой удерживается сильнее симм-триазинов и меньше перемещается в нижние слои. Довсходовое внесение гербицида (через неделю после высева кукурузы с заделкой в почву боронованием) обеспечивало подавление 40 и 64,2 % однолетних сорняков. В засушливые годы фитотоксичность линурана снижалась, особенно если преобладающими засорителями посевов этой культуры были однолетние злаковые сорняки. В таких условиях их гибель составляла в зависимости от применяемых доз гербицида 22,8—31,9 %. На фоне механизированного ухода за посевами линурон подавлял двудольные сорняки, что способствовало прибавке урожайности 3,5—5,7 ц/га.

Для борьбы с однолетними двудольными и однодольными сорняками он рекомендуется в дозе 2—3 кг/га. Качество зерна кукурузы при использовании такой дозы не снижается (табл. 142).

142. Качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 под влиянием линурана (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1977—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	крахмала	жира
Без обработки (контроль)	38,8	252	10,63	71,81	4,94
Обработка линуроном, 3 кг/га	40,1	254	11,05	70,71	5,06

Как показали исследования лаборатории борьбы с сорной растительностью ВНИИ кукурузы, при длительном использовании химических препаратов одинакового

принципа действия происходит накопление в кукурузных агрофитоценозах устойчивых видов сорных растений. Так, в степной зоне Украины в результате многолетнего применения препаратов 2,4-Д увеличилось количество злаковых сорняков. Это требует дальнейшего усовершенствования ассортимента используемых в практике кукурузосеяния гербицидов путем синтеза новых соединений с более широким спектром действия, а также использования их смесей.

Исследованиями установлено, что применение смесей гербицидов расширяет спектр действия на сорняки, снижает дозировки отдельно взятых компонентов, уменьшает продолжительность токсического действия в почве и повышает эффективность химической прополки. От использования смесей гербицидов наблюдается тенденция к увеличению массы 1000 зерен и содержания белка и снижению крахмала (табл. 143).

143. Влияние смесей гербицидов на качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1977—1979 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	крахмала	жира
Без обработки (контроль)	38,8	252	10,63	71,81	4,94
Линурон (2 кг/га) + политриазин* (1 кг/га)	45,1	273	11,13	70,62	4,67

Смеси гербицидов широко используются в мировой практике кукурузосеяния. Так, при выращивании кукурузы в США применяют смеси атразина с рамродом и линуроном, в ФРГ — атразина и тербутрина, в Венгрии — хунгазина РК с линуроном и рамродом, пропахлора с атразином и тербутрином, в Югославии — атразина и натриевой соли 2,4-Д, в Румынии — атразина с рамродом и гезагардом (Циков, Матюха, 1978).

При возделывании кукурузы по индустриальной технологии, кроме вышеназванных гербицидов, применяют эрадикан*, олеогезаприм и др.

В состав эрадикана* введен антидот, который делает препарат безвредным для растений кукурузы. Гербицид

очень летучий, из группы тиокарбаматов, поэтому его необходимо немедленно (не позднее чем через 15 минут после внесения) заделать в почву на глубину 10—12 см дисковыми орудиями (БДТ-7 или БД-10). При этом получается самая высокая урожайность кукурузы и хорошее качество зерна (табл. 144).

144. Влияние способов заделки эрадикана* на качество зерна кукурузы (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, 1979 г.)

Способ заделки	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	крахмала	жира
Культиватором	28,7	282	11,06	67,45	4,82
Бороной БДТ-7 на 10—12 см	31,1	266	11,62	70,07	5,37
Бороной БДТ-7 на 8—10 см	30,9	247	11,88	69,64	5,19

Повышение урожайности и улучшение качества зерна кукурузы при применении эрадикана* обуславливается тем, что этот гербицид практически полностью уничтожает однолетние злаковые сорняки, а двусемядольные (лебеда белая, щирица, горец вьюнковый и др.) — на 55—85 %. Достигается это путем применения оптимальной дозы — 4—8 л/га, растворенных в 300 л воды. Посевной слой почвы, где применяется гербицид, должен быть разрыхлен до мелкокомковатого состояния, выровнен, физически спел. Его необходимо вносить в безветренную погоду и при температуре воздуха не выше 24 °С.

Олеогезаприм — это препарат для так называемого страхового послевсходового применения. Наиболее эффективен, когда злаковые и двудольные сорняки находятся в фазе 1—2 листочков. Если эти гербициды применяются позднее, то их эффективность резко снижается. При использовании олеогезаприма не наблюдается ухудшения качества зерна (табл. 145).

Применение индустриальной технологии возделывания кукурузы имеет преимущества не только в увеличении урожайности, но и в повышении белковости зерна (табл. 146).

Такое повышение урожайности и содержания белка в зерне кукурузы обусловлено практически полным от-

145. Влияние олеогезаприма на качество зерна кукурузы гибрида Краснодарский 436 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, в среднем за 1979—1980 гг.)

Доза олеогезапри- ма, кг/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
		сырого белка	крахмала	жира
Контроль *	240	10,40	72,16	4,78
2,5	244	10,37	71,88	4,88
4,0	253	10,96	70,97	4,73
5,0	251	10,82	71,61	5,06

* Механизированный уход за посевами.

сутствием сорняков на делянках, в результате улучшилось обеспечение растений питательными веществами. Кроме того, воздействие гербицидов на физиологические процессы также способствовало росту белковости зерна.

146. Влияние технологий возделывания кукурузы на урожайность и качество зерна гибрида Краснодарский 436 (опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, 1979 г.)

Технология	Урожай- ность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		
			сырого белка	крах- мала	жира
Механизированная	26,4	243	10,62	72,32	4,91
Индустриальная	31,1	266	11,62	70,07	5,37

ГЛАВА 7

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА — ВАЖНЫЙ ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Для обеспечения населения продовольствием большинство стран мира пошли по пути интенсивного наращивания производства зерна. Так, если в 50-е годы мировой ежегодный валовой сбор зерна не достигал 1 млрд. т, то в 1975/76 г. его было выращено 1311, в 1979/80 г. — 1418, в 1980/81 г. — 1435, в 1981/82 г. — 1499 млн. т. При этом за 20 лет (с 1960 г.) существенно увеличились площади посева пшеницы (на 15 %), кукурузы (на 18 %), ячменя (на 35 %) и значительно сократились площади овса (на 32 %) и ржи (на 49 %). В настоящее время в мировом производстве зерна наибольший удельный вес имеют следующие культуры: пшеница (26,7 %), рис (24,4 %), кукуруза (26,9 %), ячмень (10,8 %).

Интенсивно растут валовые сборы зерна в СССР. Если в 1940 г. его было выращено 95,6 млн. т, в 1965 — 121,1 млн. т, то в среднем за годы девятой пятилетки — 181,5 млн. т, десятой — 205,1 млн. т. К концу одиннадцатой пятилетки валовой сбор зерна должен достигнуть 238—243 млн. т в год.

Зерно стало важнейшим продуктом международной торговли, его цена на Мировом рынке растет. Периодически проходят международные конгрессы по зерну и хлебу. На последнем, VII конгрессе, который состоялся в Праге, приняло участие более 2000 специалистов из многих стран. Характерно, что значительная часть докладов была посвящена качеству зерна.

Улучшение пищевых и кормовых достоинств зерна становится одной из наиболее актуальных проблем в сфере производства продовольствия. В последние годы цена зерна на Мировом рынке все чаще связывается с

содержанием в нем белка. Поэтому во многих странах значительно расширились исследования, направленные на улучшение качества зерна агротехническими и генетическим методами.

Особое внимание уделяется повышению биологической полноценности зерна кукурузы, ячменя, сорго, риса. Как уже отмечалось, работы в этой области ведутся и в нашей стране. Для всех зон производства товарного зерна разработаны комплексы агротехнических мероприятий, применение которых позволяет существенно увеличить урожайность и улучшить качество зерна пшеницы, кукурузы, ячменя, ржи, овса и других зерновых культур. Генетика и селекция уже нашли возможные пути создания сортов и гибридов с высокобелковым зерном, отличающимся повышенными пищевыми, технологическими и кормовыми достоинствами.

Реализация всех потенциальных возможностей улучшения качества товарного зерна может существенно повысить обеспеченность населения высококачественными продуктами. Расчеты показывают, что осуществление таких мероприятий при условии создания и внедрения новых высококачественных сортов и гибридов на всей площади посева позволит значительно улучшить пищевые и кормовые достоинства зерна. Чтобы более наглядно представить значимость этих мероприятий, мы провели анализ возможной эффективности совершенствования структуры производства зерна и улучшения его качества при помощи селекции и агротехники в расчетный год с валовым сбором зерна, эквивалентным 1978 г. (табл. 147).

Как видно из данных, приведенных в таблице 147, путем повышения уровня содержания белка и лизина, совершенствования структуры валового сбора, лучшей агротехники и внедрения высокобелковых, высококачественных сортов и гибридов можно ежегодно дополнительно получать около 7 млн. т полноценного белка и более 300 тыс. т лизина.

Это даст возможность существенно сократить расходование кормов на единицу прироста живой массы животных, а также позволит увеличить производство высококачественных продуктов питания из зерна.

Решая эту задачу, наука и производство не должны ориентироваться только на увеличение содержания белка и лизина. Зерно есть и будет основным сырьем для производства важнейших пищевых продуктов. Возмож-

147. Эффективность улучшения качества зерна путем селекции, агротехники и совершенствования структуры валового сбора зерна в СССР

Культура	Содержание			Валовой сбор, млн. т		
	белка, %	лизна г/100 г белка	лизна, г/100 г зерна	зерна	белка	лизна
<i>В 1978 г.</i>						
Пшеница	12	2,8	0,34	120,8	14,5	0,40
Ячмень	11	3,4	0,37	62,1	6,8	0,23
Кукуруза	10	2,6	0,26	9,0	0,9	0,02
Овес	13	4,3	0,56	18,5	2,4	0,10
Всего	—	—	—	210,4	24,6	0,75
<i>В расчетном году с той же площади</i>						
Пшеница	14	2,8	0,30	100	14,0	0,39
Ячмень	13	4,2*	0,55	70	11,7	0,49
Кукуруза	13	4,0*	0,52	18	2,6	0,10
Овес	14	4,3	0,60	20	2,8	0,12
Тритикале	16	3,5	0,56	3	0,5	0,01
Всего	—	—	—	211	31,6	1,11

* Уровень лизна, полученный в перспективных высоколизиновых формах ячменя и гибридах кукурузы.

ности улучшения диеты человека за счет продуктов, получаемых из зерна, исчерпаны далеко не полностью.

В условиях нашего жесткого климата зерновые всегда будут играть ведущую роль в обеспечении населения продовольствием. Поэтому необходимо постоянно вести интенсивную целенаправленную работу по улучшению различных качественных показателей зерна. Очень важно создание сортов пшеницы с повышенным содержанием витаминов и минеральных веществ в эндосперме, так как это позволит получать более полноценный белый хлеб. Нужны специальные сорта пшеницы для производства кондитерских изделий. Для изготовления макарон, вермишели и других прессованных продуктов промышленность нуждается в высококачественном зерне твердых пшениц.

После некоторого периода искусственно вызванного интереса к продуктам питания из зерна кукурузы наступило неоправданно отрицательное отношение к пищевой значимости этой культуры. В то же время, если бы наша пищевая промышленность располагала достаточным количеством зерна лопающей, кремнистой, сахарной

кукурузы, можно было бы значительно увеличить производство различных пищевых продуктов.

Следует усилить работы по повышению качества зерна риса.

Огромное значение имеет улучшение кормовой ценности зерна пшеницы, ячменя, овса, кукурузы, сорго, тритикале.

Тритикале — новая культура. Пока ее высевают на сравнительно небольших площадях. Но в ближайшие годы есть реальная возможность довести посевы до 1,0—1,5 млн. га. Высокопродуктивные сорта озимого и ярового тритикале уже созданы. Очень важно наряду с интенсификацией селекции этой культуры ускорить разработку агротехники, которая обеспечивала бы не только рост урожайности, но и повышение прежде всего кормовых достоинств зерна. Опыт свидетельствует о том, что можно получить зерно тритикале с содержанием белка около 16 %, с 3,5—3,8 % лизина в нем.

Тритикале — это прежде всего кормовая культура, но не исключено ее использование для пищевых целей, хотя внедрение в диету человека новых продуктов — процесс не простой и требует существенной перестройки технологии получения традиционных продуктов из зерна. Вполне вероятно, что в будущем удастся получить сорта тритикале, которые будут успешно конкурировать с пшеницей при производстве хлеба и других хлебобулочных изделий.

Проблема качества в зерновом хозяйстве страны в свете реализации Продовольственной программы имеет особую значимость. Ведь продукты из зерна отличаются сравнительно невысокой энергоемкостью и себестоимостью. За счет улучшения качества зерна можно без больших дополнительных затрат существенно увеличить производство животноводческой продукции.

Прогресс биологической науки позволяет рассчитывать на то, что в ближайшие годы можно будет без ущерба для продуктивности и устойчивости генотипов злаковых культур существенно улучшить генетически обусловленные пищевые и кормовые достоинства зерна. Этому будут способствовать также работы, направленные на интенсификацию биологической фиксации азота на посевах зерновых культур, повышению их устойчивости к свободным ионам алюминия, солевывносливости, устойчивости к болезням и вредителям.

Благоприятные условия для генетической перестройки качества зерна и его улучшения с помощью агротехники создаются в связи с тем, что запасные вещества, накапливающиеся в зерновке, как правило, не принимают активного участия в обмене веществ и для адаптивных свойств не очень важно строгое соблюдение постоянства их первичной структуры. Огромный полиморфизм запасных спирторастворимых белков проламинов свидетельствует о том, что можно получать новые варианты этих белков без ущерба для продуктивности генотипа. Вообще же изменение состава эндосперма, ткани, которая призвана служить кладовой веществ для прорастающего зародыша, вероятно, не будет оказывать значительного отрицательного влияния на жизненно важные свойства организма. Необходимо только, чтобы новые мутантные гены не имели отрицательного плейотропного эффекта на другие важные генетические системы. Экспериментальные данные свидетельствуют также об огромных возможностях улучшения качества зерна при помощи агротехнических приемов.

Потенциальные возможности изменчивости признаков, характеризующих ценность зерна для народного хозяйства, еще далеко не исчерпаны. Вполне реально превратить зерновки злаков в кладовую всех основных веществ, необходимых для жизни человека и животных. Это задача далекого будущего. Но уже сегодня осуществление мероприятий, направленных на улучшение качества зерна, может оказать заметное влияние на уровень обеспеченности населения разнообразными высококачественными продуктами, включая и продукты животноводства.

ЛИТЕРАТУРА*

- Авдонин Н. С. Нучные основы применения удобрений. — М.: Колос, 1972.
- Бондаренко В. И., Собко А. А., Годулян И. С. и др. Озимая пшеница в степи. — В кн.: Пшеница. — Киев, Урожай, 1977.
- Вакар А. Б. Клейковина пшеницы. — М.: АН СССР, 1961.
- Годулян И. С. Озимая пшеница в севооборотах. — Днепропетровск: Промінь, 1974.
- Задонцев А. И., Пикуш Г. Р., Гринченко А. Л. Хлорохлорид в растениеводстве. — М.: Колос, 1973.
- Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы. — М.—Л.: Сельхозгиз, 1951.
- Коданев И. М. Повышение качества зерна. — М.: Колос, 1976.
- Константинов А. Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеоздат, 1978.
- Марушев А. И. Качество зерна пшениц Поволжья. — Саратов: Приволжское книжн. изд., 1968.
- Рекомендации по производству зерна кукурузы по промышленной технологии. — Киев: Урожай, 1981.
- Рядчиков В. Г. Улучшение зерновых белков и их оценка. — М.: Колос, 1978.
- Самсонов М. М. Сильные и твердые пшеницы СССР. — М.: Колос, 1967.
- Сечняк Л. К. Агротехника выращивания высококачественной пшеницы. — Симферополь: Крым, 1970.
- Судиов П. Е. Агротехнические приемы повышения качества зерна пшеницы. — М.: Колос, 1965.
- Сусидко П. И., Писаренко В. Н. Технологические качества зерна озимой пшеницы, поврежденной трипсами. — В кн.: Агротехнические приемы повышения качества зерна. — Днепропетровск, 1978.
- Турчин Ф. В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений. — М.: Колос, 1972.
- Цигов В. С., Матюха Л. А. Химическая борьба с сорняками. — В кн.: Кукуруза. — Киев, Урожай, 1978.

* Литература приведена в сокращенном виде.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Основные признаки, характеризующие качество зерна	8
Физические свойства	8
Химический состав, технологические и хлебопекарные свойства	14
Глава 2. Селекция озимой пшеницы и кукурузы на улучшение качества зерна	31
Селекция озимой пшеницы	36
Селекция кукурузы	68
Характеристика качества зерна отечественных сортов	75
Озимая мягкая и твердая пшеница	75
Гибриды кукурузы	78
Глава 3. Влияние экологических условий и агротехнических приемов на качество зерна озимой пшеницы	83
Почва и климат	83
Предшественники	87
Обработка почвы	107
Сроки сева и густота стояния растений	112
Органические удобрения	122
Минеральные удобрения	126
Основное внесение	126
Корневые подкормки	149
Локальное внесение удобрений	156
Некорневые подкормки	158
Рациональная система удобрения—основной фактор формирования высококачественного зерна пшеницы	176
Орошение	180
Применение ретардантов	193
Борьба с сорняками, вредителями и болезнями	199
Сроки и способы уборки	215
Глава 4. Технологические особенности зерна озимых твердых пшениц	227
Глава 5. Прогнозирование качества зерна озимой пшеницы	234
Глава 6. Влияние экологических условий и агротехнических приемов на качество зерна кукурузы	241
Почва и климат	241
Предшественники	245
Основная обработка почвы	247
Удобрение	248
Сроки сева и густота стояния растений	256
Борьба с сорняками химическим способом	258
Глава 7. Улучшение качества зерна — важный фактор увеличения производства продовольствия	264
Литература	269

*Алексей Алексеевич Созинов,
Григорий Пименович Жемела*

**УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ**

Заведующая редакцией М. М. Антонова
Редактор Е. С. Монова
Художник Н. И. Максимов
Художественный редактор Б. К. Дормидонтов
Технические редакторы Е. К. Гарнухин,
Е. В. Соломович
Корректоры: И. Н. Молодкнна,
З. Т. Бегичева, Г. В. Абатурова

ИБ № 2560

Сдано в набор 16.12.82. Подписано к печати 04.03.83.
Т-00251. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1. Гарнитура ли-
тературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 14,28. Усл. кр.-отт.
14,6. Уч.-изд. л. 15,3. Изд. № 98. Тираж 20 000 экз. Заказ
№ 332. Цена 85 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос»,
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Владимирская типография «Союзполиграфпрома»
при Государственном комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

В 1983 г.
издательство «Колос»
выпустит книгу.

Н. В. Фесенко. «Селекция и семеноводство гречихи». (15 л.), предназначенную для научных работников.

Работа, написанная на основе обобщения результатов многолетних исследований автора и других ученых, знакомит с основными направлениями и методами селекции и семеноводства гречихи. Дана характеристика исходного материала, рассмотрены особенности создания интенсивных сортов, а также селекции на устойчивость к осыпанию, на скороспелость и повышение качества зерна. Приведены особенности агротехники семеноводческих посевов.