

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Г. И. РЕДЬКО

# БИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРА ТОПОЛЕЙ

804404

ВОЛОГОДСКАЯ  
областная библиотека  
им. И. В. Бабушкина



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ЛЕНИНГРАД  
1975

634.9

Р-33

Рекомендовано к изданию  
Ленинградской ордена Ленина  
лесотехнической академией им. С. М. Кирова

УДК 634.92 + 634.95

Редько Г. И. Биология и культура тополей. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. 175 с.

В монографии обобщены результаты многолетних исследований автора по биологическим и лесоводственным свойствам тополей, выращиванию их чистых и смешанных высокопродуктивных насаждений. Особый интерес представляют результаты изучения взаимодействия тополей в смешанных культурах с черной ольхой и другими древесными породами, в несколько раз повышающими его продуктивность. Цennыми являются также характеристики биологического круговорота вещества в тополовых насаждениях, их продуктивности и строения в различных типах условий местопроизрастания.

Книга рассчитана на широкий круг лесоводов, научных работников и студентов высших и средних учебных заведений лесного профиля.

Ил. — 20, табл. — 44, библиогр. — 194 назв.

Р 40502-005  
076 (02)-75 220-74

(C)

Издательство Ленинградского  
университета, 1975 г.

Культура тополей является первоочередной задачей лесоводства решительно всех стран земного шара, занимающихся вообще лесоразведением (М. Е. Ткаченко, 1939, с. 371)

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на все большее использование заменителей в промышленности, строительстве и на транспорте, общее количество потребляемой древесины растет из года в год. Ежегодный объем лесозаготовок в нашей стране достиг 400 млн м<sup>3</sup>. Однако рост объема заготавливаемой древесины не может быть беспрецедентным даже в нашей, самой богатой в мире лесом стране. В последние годы в потреблении древесины и развитии лесного хозяйства утверждаются иные тенденции. Рост объемов лесозаготовок замедляется, но зато резко усиливается глубина переработки древесины, полнее используется вся выращенная органическая масса. Ставится задача без существенного расширения объемов лесозаготовок существенно увеличить выпуск лесных материалов, целлюлозы, бумаги, картона, мебели, древесных плит.

Одновременно заметно интенсифицируется и лесное хозяйство. Площади естественных лесов уменьшаются, а лесных культур растут, почти все леса охватываются активными лесохозяйственными мероприятиями, резко усиливается промежуточное и рекреационное пользование лесом. Лесовыращивание превращается в проблему производства сырья для промышленных предприятий путем создания промышленных плантаций из быстрорастущих пород.

Центральной проблемой научных исследований в области лесного хозяйства уже сегодня следует считать проблему сокращения срока выращивания древесины главнейших лесообразующих пород — проблему преодоления времени в лесоводстве. Длительный период роста деревьев, исчисляемый обычно 80—100 годами, пока они достигнут нужных для народного хозяйства размеров, перестал удовлетворять возросшую потребность в древесине. Именно поэтому перед лесной наукой поставлена задача — уже к рубежу следующего тысячелетия добиться сокращения времени выращивания спелой древесины таких ныне ценнейших древесных пород, как сосна и ель, с получени-

ем сортиментов требуемых размеров и высокого качества. Леса будущего — это проблема современности.

Сокращение сроков выращивания древесины неразрывно связано с повышением продуктивности лесов. В комплексе осуществляемых мероприятий по повышению продуктивности наших лесов важнейшими являются улучшение породного состава, отбор и внедрение быстрорастущих древесных пород.

Среди древесных пород умеренного пояса тополь — самая высокопродуктивная порода. Основным свойством тополей, привлекшим внимание лесоводов, является быстрый рост, накопление в 2—3 раза больших запасов древесины за в 2—3 раза более короткий срок, чем в насаждениях других древесных пород.

О роли тополей в повышении продуктивности лесов и решении проблемы сроков выращивания древесины свидетельствует организация в 1948 г. в рамках ФАО ООН специальной Международной комиссии по тополю, а в целом ряде европейских и средиземноморских стран — национальных комиссий, проведение 6 международных конгрессов и нескольких конференций по тополю, успешное осуществление международной программы изучения тополей.

В южных и западных районах нашей страны наряду с созданием культур дуба и других твердолиственных пород в ближайшие десятилетия будут развиваться и промышленные плантации быстрорастущих древесных пород, в том числе прежде всего лучших форм и гибридных сортов тополей. Здесь уже накоплен некоторый опыт выращивания быстрорастущих тополовых культур. Отдельные образцы их не уступают по быстроте роста и общей продуктивности лучшим плантационным лигнокультурам быстрорастущих тополей, дающих ежегодный прирост древесины до 35—40 м<sup>3</sup>/га в зарубежных странах. На таких плантациях в принципе можно вырастить к 25—30 годам (а с использованием орошения и минеральных удобрений даже и к 15—20 годам) древесное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности в объеме, равном объему 100-летних насаждений ели и даже большем.

В связи с этим для широкого круга лесоводов, научных работников и студентов лесных вузов страны значительный интерес представляет обобщение многолетних исследований по тополям и опыта их выращивания на Украине.

Украина — малолесная республика. На ее территории леса размещены крайне неравномерно. Они находятся в густо населенных районах среди промышленных центров, городов и сел, закрепляют овраги и пески, берега рек и склоны гор, регулируют водный режим. Значительная часть лесов небольшими островками разбросана среди обширных степей и защищает их от засух, водной и ветровой эрозии.

Рост промышленной и сельскохозяйственной продукции связан с необходимостью поставки народному хозяйству все воз-

растущего количества древесины. За годы Советской власти из лесов республики получено более 400 млн м<sup>3</sup> древесины. Однако за счет собственных ресурсов общую потребность в древесине Украина удовлетворяет лишь на 35—40%. Ежегодно из других районов страны Украина завозит 24—25 млн м<sup>3</sup> древесины, что значительно увеличивает ее стоимость и усложняет снабжение.

Перед лесным хозяйством Украинской ССР стоит чрезвычайно сложная проблема повышения продуктивности и пользования лесом без ущерба его защитным, водоохранным и другим невесомым функциям. Вот почему, как и в других южных районах нашей страны, на Украине в комплексе мероприятий по повышению продуктивности лесов особое место отводится культурам тополей.

Автором обобщены результаты многолетних комплексных исследований по проблеме тополей и богатый опыт выращивания их на Украине. При этом использованы материалы 686 пробных площадей в чистых и смешанных насаждениях тополей, результаты закладки и изучения 117 га опытных культур, анализы 1300 модельных деревьев, результаты 3-летних изучений биологического круговорота веществ, 8-летних фенологических наблюдений и т. п.

В ходе выполнения работы автор пользовался цennыми советами и постоянной поддержкой акад. АН УССР П. С. Погребняка, проф. П. Л. Богданова, проф. Д. Д. Лавриненко, кандидатов наук И. И. Смольянинова, Е. В. Рябухи, В. В. Стефина, Е. И. Ладейщиковой, В. А. Бузуна и многих работников производства, инженеров лесного хозяйства. Всем им автор приносит искреннюю признательность и сердечную благодарность.

Автор также с благодарностью примет все замечания читателей по данной работе.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА ТОПОЛЕЙ

Чистые и смешанные естественные насаждения на Украине образуют лишь четыре вида тополя — широко распространенная в Полесье и лесостепи осина и тополи черный, белый и сереющий в поймах малых и больших рек. Насаждения осины в УССР занимают площадь около 66 тыс. га. Естественные насаждения осокоря, тополей белого и сереющего по составу преимущественно смешанные, обычно малополнотные и с небольшой продуктивностью. Общая площадь их на Украине равна примерно 13 тыс. га. Наиболее часто встречаются в культурах

Таблица 1

### Долевое участие тополей в массивных и линейных насаждениях Украины, % от общей площади

Осокорь	Белый	Сереющий	Болле	Черный пирамидальный	Канадский	Европейско-американские гибриды			Бальзамические тополи					Всего	
						Майский	Поздний	Мошнинский	Серый	Бальзамич.	Берлинский	Купинолистный	Китайский	Лавролистный	

#### Массивные насаждения

13	5	3	—	—	15	58	1	1	1	1	—	—	2	—	100%
----	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	------

#### Линейные насаждения

3	1	—	2	9	13	49	5	2	—	5	2	—	7	2	100%
---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	------

европейско-американские гибриды черных тополей. Общая площадь тополевых культур в УССР в настоящее время равна примерно 81 тыс. га. Кроме этого, имеется несколько тысяч гектаров насаждений с участием тополей. Таким образом, всего насаждений тополя по УССР, включая и осину, насчитывается примерно 160 тыс. га.

61% в массивных и 56% в линейных насаждениях принадлежит евроамериканским гибридам черных тополей, в том числе тополю майскому 58% и 49% соответственно (табл. 1). Единично и преимущественно в озеленительных парковых городских посадках и посадках аллейного типа встречаются тополи душистый, гельдергский, Евгения, харьковский и др.

В настоящее время хозяйственное значение в лесах УССР имеют около 20 различных видов и гибридов тополей.

## Филогенетическая систематика

Род *Populus* вместе с родом *Salix* относится к семейству Salicaceae порядка Salicales. Четвертую часть этого порядка составляют виды группы сережкоцветных Amentiflorae с однополыми цветками, собранными в сережки. Завязь состоит из 2—6 рылец, двойной околоцветник отсутствует или слабо развит. Порядок Salicales характеризуется двудомностью, плодами-коробочками с открывающимися створками. Группа сережкоцветных входит в подкласс однопокрытых Monochniaceae (растения с простыми околоцветниками) класса двудомных Dicotyledoneae подотдела покрытосемянных Angiospermae отдела цветковых Phanerogamiae.

Род *Populus* подразделяется на 5 секций: туранга — *Tiranga* Bgl., белые тополи — *Leuce* Duby с двумя подсекциями (настоящие белые тополи — *Albidae* и осины — *Trepidae*), черные тополи — *Aigeiros* Duby, бальзамические тополи — *Tasamahaca* Spach. и белоподобные тополи — *Leicoides* Spach.

Представители секции туранговых тополей произрастают и культивируются в Средней Азии. На Украине их можно встретить лишь в ботанических садах и дендрариях. Представители секции белых тополей — белый, сереющий и осина играют большую роль в лесах Украины.

Тополь Болле, или туркестанский пирамидальный, используется на Украине почти исключительно в озеленительных, декоративных и реже придорожных посадках в южной половине УССР. Белый и сереющий тополи в культуре распространены повсеместно на всей территории республики.

Черные тополи, особенно евроамериканские гибриды, широко известные под общим неправильным названием «канадский тополь», далеко превзошли своих родителей как по значению, так и по распространению во всей Европе. Основное достоинство их — исключительно быстрый рост и устойчивость к вредителям и болезням.

Осокорь является преобладающей породой в пойменных естественных насаждениях. В последние годы широко внедряется в культуры. Обычно это дерево с широкораскидистой кроной и толстыми сучьями, низким прикреплением кроны при свободном стоянии. Однако имеются и формы с высоконапряженной кроной, ровным хорошим стволом даже при свободном стоянии дерева. В Колячинском лесничестве Нежинского лесхоззагаами найдена бересолистная форма осокоря — *P. nigra* L. var. *betulifolia* Torr. В Котелевском лесничестве Полтавского лесхоззага осокорь имеет хорошую для этого вида укореняемость стеблевых черенков. Все это свидетельствует о наличии формового разнообразия осокоря, которое необходимо учитывать при его культуре.

Американский черный тополь, или канадский тополь, —

*P. deltoides* Marsch. — естественно произрастает в Северной Америке и играет такую же роль, как и европейский черный тополь — осокорь на Евразийском материке. Этот вид разделяется на три подвида: 1) монилифера (*P. deltoides* Marsch. ssp. *monilifera* = *P. monilifera* Ait.), распространенный в северных штатах США, 2) миссурийский (*P. deltoides* Marsch. ssp. *missouriensis* Henry), распространенный в центральных штатах, и 3) угловатый (*P. deltoides* Marsch. ssp. *angulata* Ait.), распространенный в южных штатах. На границе соприкосновения зон распространения различия между подвидами почти незаметны. Все три подвида обычно имеют прямой ствол, особенно миссурийский, а их молодые побеги испещрены продолговатыми чечевичками, тогда как осокорь имеет круглые чечевички. Листья большие и более ясно треугольные по форме, чем у осокоря, и всегда имеют в основании листа две железки. Со временем завоза их в Европу тополи монилифера и миссурийский, естественно скрещиваясь с европейским черным тополем — осокорем и его формами, положили начало появлению в Европе многочисленных гибридов, называемых сегодня евроамериканскими.

Появившиеся гибриды, как и завезенные подвиды американского черного тополя, описывались многочисленными авторами различных стран и получили поэтому много названий. Сейчас установлено, что описания различными авторами канадского тополя *P. canadensis* Mönch, *P. canadensis* Mathien, *P. canadensis* Michaux и *P. canadensis* Ascherson являются описаниями четырех различных видов и гибридов тополей (Houtzagers, 1937). Это название многими авторами применялось как к евроамериканским гибридам, так и к американскому черному тополю.

По предложению Международной комиссии по тополю, основанному на работах Дода (Dode, 1905) и Гоутцагерса (Houtzagers, 1937), Международный ботанический конгресс 1950 г. в Стокгольме утвердил для всех евроамериканских гибридов тополей общее название *Populus × euramericana* (Dode) Guinier с латинским описанием, сделанным президентом Международной комиссии по тополю Гинье. Было решено также сохранить названия старых и наиболее широко известных и распространенных гибридов, выращиваемых во многих странах Западной Европы уже более 150 лет, таких как *serotina*, *marilandica*, *gelrica*, *robusta*, *regenerata* и пр. Эти формы рассматриваются как культивары, что также соответствует Международному коду номенклатуры культивируемых растений. XIII Международный конгресс по садоводству в 1952 г. утвердил эти названия. При этом было рекомендовано, чтобы такие видовые обозначения (*cultivar*) отличались при наборе типографским способом от латинских обозначений ботанических видов, не писались курсивом и брались в простые кавычки.

Поэтому официально старые гибриды евромериканского происхождения с 1950 г. именуются *P. ×eugamericana* (Dode) Guinier cv. 'serotina', cv. 'robusta', cv. 'marilandica', cv. 'regenerata', cv. 'gelrica' и т. д. В практике остаются их названия как *P. 'serotina'*, *P. 'robusta'*, *P. 'marilandica'* и т. д.

Завезенный в Европу третий подвид канадского тополя — угловатый, или ребристый, настолько видоизменился (возможно, путем естественного скрещивания с другими тополями), что оказался по целому ряду свойств непохожим на экземпляры из Северной Америки. Международной тополевой комиссией принято решение назвать европейский угловатый тополь в отличие от подвида канадского старым названием *P. angulata* Ait. Гоутцагерс считает этот тополь европейским мутантом канадского миссурийского тополя.

В Украинской ССР угловатый тополь нами встречен в Андрушевском лесничестве Понельнянского лесхоззага и в парке села Червонное Андрушевского района Житомирской области. Растет он также и в парковых насаждениях Киева.

Таким образом, был положен конец существовавшей путанице в номенклатуре черных тополей. Международная тополовая комиссия призвала всех ботаников придерживаться установленной номенклатуры. Считаем необходимым так подробно останавливаться на этом вопросе потому, что все это непосредственно касается и нашей страны. Не только при производственных посадках, но и в научных исследованиях большинство авторов не делает различий между евроамериканскими гибридами тополей, объединяя их вместе с настоящими канадскими тополями одним названием «канадский тополь».

Как уже было отмечено выше, в культурах тополей на Украине наиболее широко представлены именно евроамериканские гибриды. В нашей стране имеется не меньшее многообразие этих гибридов, чем в странах Западной Европы. Почти все старые гибриды *P. 'serotina'*, *P. 'marilandica'*, *P. 'robusta'*, *P. 'regenerata'*, *P. 'eugenii'* произрастают в культурах и в Украинской ССР, особенно в парковых и аллейных насаждениях. Мы не можем утверждать, что это именно те культивары, которые описаны в Западной Европе. Но эти гибриды очень близки к ним, или, точнее, типа *'marilandica'*, *'serotina'*, *'robusta'* и т. д.

Исследованиями многих авторов доказаны существенные различия в росте, форме ствола, экологии, устойчивости к вредителям и болезням, свойствах древесины упомянутых гибридов тополей.

Бальзамические тополи достаточно широко распространены в культурах, однако в значительно меньшем количестве, чем черные. Роль их в повышении продуктивности лесов также несравнима с ролью черных тополей. Естественно в УССР бальзамические тополи не произрастают. В культурах и особенно в

посадках аллейного типа встречаются тополи бальзамический, берлинский, китайский, круинолистный, лавролистный, душистый и др. Все они при внимательном рассмотрении легко отличимы друг от друга. В условиях Полесья тополи берлинский, бальзамический, волосистоплодный являются даже более перспективными для культуры, чем виды или гибриды черных тополей.

Представители секции белоподобных тополей (*P. lasiocarpa* Oliv., *P. wilsonii* Sneid., *P. ciliata* Wall.) естественно произрастают на Дальнем Востоке и на востоке Северной Америки. В культурах и посадках аллейного типа в УССР не встречаются. Их можно встретить лишь в ботанических садах, в дендрариях, а также в старых парках Киева. Ни один из видов этой секции не имеет какого-либо существенного экономического значения и в странах за пределами их естественного ареала. Они представляют определенный интерес лишь в селекционной работе.

### Морфологические свойства

Тополи, за исключением туранги и темнолистного, являются деревьями первой величины, достигают высоты 40—45 м и диаметра 1,5—2,0 м. Отдельные экземпляры сереющего и белого тополей иногда достигают высоты 50 м и диаметра 4 м.

Тип ветвления у тополей симподиальный, нарастание побега в длину происходит за счет пазушной почки, расположенной на вершине побега. По фототропичности в зависимости от прямизны ствола и угла отхождения ветвей у тополей можно выделить три типа крон: очень фототропичные — тополи майский, осокорь, белый и др.; малофототропичные — тополи поздний, мощный, Евгения и др. и нефототропичные — тополи черный пирамидальный, алжирский, Болле. Обычно фототропичные кроны раскидистые, угол отхождения ветвей достигает 90°, у малофототропичных угол отхождения крон равен в среднем 45°, а у компактных нефототропичных крон — менее 30°.

У взрослых деревьев ствол в нижней части покрыт толстой темно-серой корой, толщиной до 10 см с глубокими трещинами (осокорь, черный пирамидальный и др.), у некоторых тополей кора сравнительно тонкая, гладкая (тополь китайский). (В Поволжье и Сибири толстая кора осокоря-бальбера использовалась рыбаками для изготовления поплавков.)

У всех тополей листья простые с различной формой пластинки: округлые, эллиптические, яйцевидные, ромбические, треугольные и даже ланцетные. Черешки короткие и длинные, сплюснутые с боков. У одних видов нижняя сторона листа беловатая, у других — зеленая. Побеги голые, без опушения или с войлочным, бархатистым опушением. У белых тополей листья бывают трех- и пятилопастные. Окраска листьев у разных ви-

дов варьирует от яркой светло-зеленой блестящей до тусклой темно-зеленой или серебристо-белой матовой. Листья молодых и послевесенних побегов сильно отличаются от листьев укороченных побегов в кроне. Расположение листьев спиральное с угловым расстоянием соседних листьев 144° (Богданов, 1965).

Почки сравнительно крупные, покрыты многими чешуйками, у одних видов они сильно смолистые, у других — слабо, у третьих — опущены спаружи и внутри.

Корневая система у тополей поверхностная, мощно развитая, пластичная. Отдельные корни проникают на значительную глубину — до уровня грунтовых вод. Специальные раскопки корневых систем, изучение корненаселенности почвы под тополевыми насаждениями и множество наблюдений и описаний смытых и размытых водой на берегах Днепра и Десны корневых систем тополей показали особенности их развития. Наиболее мощно корневая система развита в верхнем (15—25 см) слое. Боковые корни различной толщины и очень многочисленны. Они отходят от корневой шейки горизонтально в стороны на значительные расстояния (до 50 м), постепенно разветвляются и заканчиваются обильно развитыми тонкими корнями-мочками. Стержневой корень отсутствует либо слабо развит, укороченный, быстро разветвляется на горизонтальные и наклонные корни, редко достигает глубины более 50—60 см. Его чаще имеют деревья, растущие вне пойм на мощных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод, а в поймах — на песчаных грядах и других возвышениях. Развитие стержневого корня, по-видимому, связано со стремлением тополя достигнуть водоносного слоя или погребенной богатой почвы. В поймах рек на аллювиальных почвах для тополей очень характерно «этажирование» корневой системы. Корни проникают через супесчаные слои и располагаются этажами в иловатых глинистых прослойках, более влажных и более богатых питательными веществами. Этим подтверждается ясно проявляющийся положительный гидро- и хемотропизм корневых систем у тополей. Наиболее мощно развиты обычно верхние «этажи», слабее — нижние, состоящие преимущественно из самых мелких физиологически наиболее активных сосущих корешков. Расположение корневой системы у тополей в поймах рек этажами в значительной степени обусловлено образованием придаточных корней в нижней части ствола при налете ила.

Тополь — двудомная древесная порода. Однако тополь шершавоплодный — *P. lasiocarpa* Oliv., растущий естественно в центральном и южном Китае, — однодомный, самоопыляющийся. Однодомный тополь *P. tanaeae* sp. nova hibrida был найден и в парковых насаждениях Киева. Однодомность тополей — чрезвычайно редкое и мало изученное явление.

Соцветия (сережки) представляют собой колосовидные кисти. Мелкие цветки располагаются в пазухах пальчаторассе-

ченных опущенных прицветных чешуек. Пестик состоит из 2—3 плодолистиков. Завязь незначительно погружена в цветоложе, имеющее форму бокальчика. Рыльце сидячее 2—4-лопастное. Цветут тополи обычно рано весной до распускания листьев. Возмужалость наступает в 10—12 лет. У гибридных форм цветение иногда наблюдается и раньше, но это не считается хорошим признаком. Цветки тополей не содержат нектара, но охотно посещаются пчелами и другими насекомыми. Опыление происходит с помощью ветра. Пыльца очень мелкая, сухая, образуется в большом количестве и быстро, в течение 1—2 дней, высыпается из пыльников. Мужские соцветия опадают спустя несколько дней после высыпания пыльцы.

После оплодотворения яйцеклетки созревание семени происходит достаточно быстро, но по-разному у различных тополей. Быстрее всего, в течение 25—30 дней, созревают семена у белых тополей и их гибридов, у черных тополей — в течение 50—60 дней, а для созревания семян туринговых тополей требуется 3—4 месяца (Озолин, 1962). Семена тополей четко отличаются от семян других древесных растений как морфологическими, так и биологическими особенностями. Длина их от 1 до 2 мм. В 1г содержится от 5 до 10 тыс. семян. Они светло-серые или зеленовато-серые, с тонкой кожурой в виде пленочки и маленьким зародышем, без запаса органических веществ. Попав на поверхность почвы, семена уже через 10—15 часов прорастают. Быстро теряют всхожесть. Для нормального роста и развития всходов тополям нужны влажная на поверхности и свободная от других растений почва и достаточное количество света (Богданов, 1965).

Все тополи хорошо размножаются вегетативно. Осина, белый, душистый, темнолистный, лавролистный тополи дают большое количество отпрысков, особенно после рубки дерева или его повреждения. Черные и бальзамические тополи хорошо размножаются стеблевыми черенками. Исключительно сильна способность тополей образовывать придаточные почки как на стволах и ветвях различного возраста, так и на пнях.

По сравнению с другими древесными породами тополь является недолговечным деревом. Однако отдельные деревья белого и черного тополя доживают до 150 лет и более. Известны деревья осокоря, которым насчитывается свыше 300 лет (Вроцлав, ПНР; Ленинград). Обычно тополь хорошо растет до 50—60 лет, затем рост его замедляется, наступает старость, дерево повреждается различными вредителями и болезнями. Возраст товарной спелости тополей ограничивается 30—40 годами.

### Экологические особенности

В оценке экологического диапазона различных видов тополей большую роль сыграли многочисленные неудачи при их выращивании, даже несмотря на хороший посадочный материал.

правильную посадку и уход. Такого рода случаи часто встречаются на почвах, непригодных для выращивания тополей. Присыпаемая отдельным видам и клонам тополей нетребовательность к почвам часто переоценивается вследствие того, что не учитывается относительный характер этого свойства.

Особенности роста. Тополи являются самыми быстрорастущими древесными породами умеренной зоны. Это их свойство несомненно связано с длительным ростом в течение вегетационного периода: 120—140 дней на севере и 180—193 дня на юге УССР, большой интенсивностью транспирации и фотосинтеза, с мощным развитием физиологически активных корней, значительно большей, чем у насаждений других пород, емкостью и интенсивностью биологического круговорота веществ.

Даже при обычном способе выращивания тополей в оптимальных для них условиях — в сырой груде ( $D_4$ ) на легкосуглинистых аллювиальных почвах — тополевые насаждения при 25-летнем обороте рубки имеют средний прирост древесины  $23,9 \text{ м}^3/\text{га}$ . Это в несколько раз больше средних приростов насаждений высших классов бонитетов дуба, сосны, лиственницы и других пород. Тополям свойственны быстрый рост, раннее ежегодное и обильное плодоношение. Особенно быстрый рост у тополей по всем таксационным признакам наблюдается в первые 10—15 лет жизни. Рост тополей в высоту прекращается в 35—40 лет, тогда как у лиственницы и дуба после заметного падения в 20—30 лет он продолжается вплоть до 100 лет. Кульминация прироста по диаметру у тополей также наступает раньше, чем у дуба и лиственницы.

Еще большую скорость роста и более высокую продуктивность имеют тополи при интенсивном способе выращивания. На лучших почвах в Испании при 11—12-летнем обороте рубки ежегодный прирост древесины в насаждениях тополя равен  $34,7 \text{ м}^3/\text{га}$ , в Италии —  $30 \text{ м}^3/\text{га}$ , а при 25-летнем обороте рубки он равен в среднем: в Италии —  $35,4 \text{ м}^3/\text{га}$ , в ФРГ —  $28,7 \text{ м}^3/\text{га}$  (Schreiner, 1958).

Высокая продуктивность тополей не только характеризует их как быстрорастущие породы, но и указывает на необходимость создания для них благоприятных условий именно в первые годы их жизни. Если при отсутствии надлежащей подготовки почвы, ухода до смыкания, некоторого опоздания с рубками ухода и т. д. в культурах из сравнительно медленно растущих в молодости (а главное продолжительно растущих) пород, таких как дуб, бук, сосна, ель, мы получаем небольшой прирост, но зачастую все же можем иметь неплохое насаждение к возрасту рубки, то подобные упущения в тополевых культурах, как правило, обесценивают создаваемые насаждения. Вместо быстрорастущих деревьев мы получаем состарившихся карликов.

Интенсивность жизнедеятельности тополей значительно выше, чем у других древесных пород. Об этом

свидетельствует скорость протекания у них основных физиологических процессов — транспирации и фотосинтеза.

Польстер (Polster, 1957) по интенсивности транспирации разделил все изученные им виды и клонов (31) тополей на три группы: 1) сильно транспирирующие — с интенсивностью транспирации более 0,95 г/г (в граммах транспирируемой воды на грамм сырого веса листьев в час); 2) средне транспирирующие — 0,75 — 0,95 и 3) слабо транспирирующие — менее 0,75. Он установил также, что многие известные старые евроамериканские и другие гибриды физиологически неоднородны. Внутри каждого из них имеются клонов, сильно, средне и слабо транспирирующие влагу. Так, тополь берлинский 252 и *P. 'serotina'* 272 являются сильно транспирирующими, а клонов берлинский 256 и *P. 'serotina'* 349 — слабо транспирирующими. Клон *P. 'serotina erecta'* 417 занимает среднее положение. Видимо, этими названиями объединено много разных клонов. Сильно транспирирующим является *P. 'regenerata'*, а средне транспирирующим — *P. 'gelrica'*. В зависимости от принадлежности к той или иной группе отдельные клонов тополей могут быть рекомендованы для культуры в разных по увлажнению местообитаниях.

Таблица 2

Средние и максимальные величины транспирации некоторых древесных пород, г воды на 1 г сырого веса листьев в час (Polster, 1957)

Древесная порода	Средние величины	Максимальные величины
Клоны тополей . . . . .	0,65—1,28	1,07—2,38
Береза . . . . .	0,86—0,92	1,57
Дуб . . . . .	0,53	1,13
Бук . . . . .	0,43	0,74
Лиственница . . . . .	0,26	0,67
Сосна . . . . .	0,17	0,30
Ель . . . . .	0,12	0,18

Интенсивность транспирации у тополей выше, чем у других древесных пород и даже березы, довольно требовательной к влаге (табл. 2). Слабо транспирирующие тополи сходны с березой, а самый слабо транспирирующий тополь занимает среднее по интенсивности транспирации положение между березой и дубом.

12-летнее дерево тополя сизолистного с мая по сентябрь включительно испаряет более 30 м<sup>3</sup> воды, т. е. в два раза больше, чем ивы, в три раза больше, чем акация белая, и в 10 раз больше, чем гледичия (Новиков, 1954).

По данным Виттиха, тополи из секции черных испаряют около 500 л воды на 1 кг прироста органической массы, в то время как сосна только 170, а бук 350 л.

По определению Польстера, однолетние посадки клонов, сильно транспирирующих влагу, из расчета на 1 га в 1953—1954 гг. за 6 месяцев вегетационного периода транспирировали 577 мм осадков, средние транспирирующих — 466 мм, а слабо транспирирующих — 333 мм. При этом наиболее транспирирующие клоны являются и наиболее продуктивными. Они продуцировали 154 г древесины на одно растение против 131 и 108 г у средние и слабо транспирирующих тополей. Опытами в других странах Европы подтверждены установленные Польстером в зависимости от интенсивности транспирации группы клонов тополей по потребности в воде.

О высокой интенсивности транспирации и фотосинтеза у тополей свидетельствуют и работы Рюша (Rüsch, 1959) и Е. И. Ладейщиковой (1962, 1965). Так, у однолетних тополей интенсивность фотосинтеза в зависимости от клонов колебалась от 10,7 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$  в час у *P. 'vernigrubens'* и *P. 'serotina'* до 12,1 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$  в час у *P. 'marilandica'*. При этом транспирация колебалась от 527 мг/дм<sup>2</sup> в час у *P. 'vernigrubens'* до 636 мг/дм<sup>2</sup> у *P. 'serotina'*.

У молодого 5-летнего тополя белого (культуры с размещением 3×3 м в кратконоемном  $\text{C}_3$  кальциевильно-нитрофильного варианта) максимальная потенциальная интенсивность фотосинтеза, определенная радиометрическим методом, в середине июня составляла 43,0 мг  $\text{CO}_2$  на 1 г сухого вещества в час. В это же время интенсивность транспирации составляла 486 мг/дм<sup>2</sup>. Потенциальная интенсивность фотосинтеза 6-летнего тополя белого достигает 116 мг  $\text{CO}_2$  на 1 г сухого вещества в час (Ладейщикова, 1962, 1965).

Максимальная продуктивность фотосинтеза, свойственная обычным нашим лиственным породам, находится между 5 и 10 мг  $\text{CO}_2$  в час на 1 дм<sup>2</sup> удвоенной площади листа, у тополей же она доходит до 15 мг. Даже у вечнозеленых тропических и субтропических деревьев максимальная интенсивность фотосинтеза достигает лишь 4—9 мг, у хвойных — 2—4 мг. В среднем же в лесах умеренного пояса интенсивность фотосинтеза при лучших условиях погоды составляет не более половины упомянутых показателей (Погребняк, 1968).

Более высокая по сравнению с другими древесными породами интенсивность транспирации и фотосинтеза тополей обеспечивается и значительно большей, чем у других пород, поверхностью листьев и населенностью почвы физиологически активными корнями (табл. 3).

В 1962 г. в зависимости от возраста и условий местопроизрастания поверхность листьев 1 га насаждения на 6 пробных площадях тополя колебалась от 5,7 до 8,0 га, а в 1968 г. на 10 пробных площадях — от 1,5 до 7,1 га. В зависимости от возраста в насаждениях дуба площадь поверхности листьев ко-

## Корненаселенность почвы в насаждениях различных древесных пород УССР

Древесная порода	Колич. пробных площадей	Тип условий местопронизрастания	Возраст, лет	Вес корней тоньше 2 мм, г на 0,25 м <sup>2</sup> в слое почвы		Глубина распространения корней, м
				0—100 см	0—200 см	
Тополь . . . .	4	C <sub>3</sub>	17—22	161	161	1,0
Дуб . . . . .	3	C <sub>3</sub>	48—70	64	71	1,7
Ясень . . . . .	2	D <sub>1—2</sub>	49	89	92	1,1
Сосна . . . . .	3	B <sub>2—B<sub>4</sub></sub>	52—64	86	98	1,0
Сосна . . . . .	3	A <sub>2</sub> —A <sub>4</sub>	58—62	189	221	2,0
Ель . . . . .	3	BC <sub>2</sub>	41—66	117	126	1,2
		C <sub>3—2</sub>				

леблется от 2,1 до 3,3 га, осины — от 2,0 до 4,1 га, березы — от 4,3 до 8,6 га, сосны — от 5,2 до 9,0 га (Данилов, 1953).

15-летнее насаждение бальзамического тополя в Марийской АССР (15 400 деревьев на 1 га) на дерново-подзолистой суглинистой почве имело на 1 га общую поверхность листьев 13 га, что в 2 раза больше, чем насаждения березы (1,86 га), и в 3 раза больше, чем насаждения осины (4,08 га).

Скорость роста надземных органов, мощное развитие корневых систем, транспирирующей и фотосинтезирующей поверхности листьев свидетельствуют о большой устойчивости, высокой продуктивности и об исключительной конкурентной способности тополей по сравнению с медленнорастущими растениями с менее развитыми корневой системой и надземными органами. По предложенной Д. Д. Лавриненко (1962) бонитировочной шкале конкурентоспособности древесных пород все тополи относятся к высшему — первому классу. В оптимальных для них условиях тополи всегда господствуют в смешанных культурах над любыми другими древесными породами в надземной и подземной средах, угнетают и вытесняют их.

С мощным развитием корневых систем связана хорошая ветроустойчивость, берего- и почвоукрепительная способность всех тополей.

Отношение тополей к свету. Все тополи весьма светолюбивы. Это заметно проявляется уже на ранних стадиях развития всходов. Установлено, что развитие корешка у проростков тополя происходит нормально только при условии яркого солнечного освещения. Если освещение недостаточное, то корешок у проростка не развивается, а сам он через несколько дней гибнет (Озолин, 1962). Поэтому при выращивании тополей из семян совершенно недопустимо какое-либо притенение всходов.

О светолюбии тополей свидетельствуют сравнительно меньшая, чем у других пород, густота облиствения крон, большая освещенность почвы под пологом насаждений, хорошее очищение стволов от сучьев, рано наступающая дифференциация стволов и изреживание древостоев, отсутствие естественного возобновления под пологом насаждения и ряд других косвенных признаков. Даже густо облиственные кроны имеют хорошее освещение во всех своих частях. Проникновению и улавливанию света способствует постоянное дрожание от малейшего дуновения ветра тополевых листьев, имеющих сплюснутые с боков черешки. Однако и по светолюбию различные виды и клоны тополей существенно отличаются друг от друга. Виды с широкими раскидистыми кронами, светлой листвой и толстой трещиноватой корой более светолюбивы, чем тополи с узкими, пирамидальными кронами, темной листвой и сравнительно тонкой корой. При слабом освещении тополь не погибает, но это резко отрицательно сказывается на формировании крон и скорости роста. Венгерские тополеводы считают, что евроамериканские тополи оптимум роста имеют в условиях не менее 1400 часов солнечного освещения за вегетационный период (Венгерское тополеводство, 1962). При освещении менее 12 тыс. лк у тополей падает интенсивность фотосинтеза и транспирации, снижаются рост и продуктивность. Сокращение продолжительности дневного освещения в Ленинграде до 15—13 часов на различный период времени (от 1 до 2 месяцев) сокращало вегетационный период у всех видов тополей. Рост прекращался, побеги вызревали, листва желтела и опадала на 4—5 недель раньше (Богданов, 1965). Результаты опытов с фотопериодической реакцией показали не только высокую требовательность тополей к свету, но и их большую пластичность, возможность таким образом повышать морозостойкость более южных видов тополей.

Почти во всех предложенных ранее шкалах теневыносливости древесных пород осина, белый тополь и осокорь отнесены к группам наименее теневыносливых, т. е. наиболее светолюбивых пород. Детальная шкала — классификация древесных пород и кустарников по степеням теневыносливости, составленная П. С. Погребняком (1968) в результате уточнения и переработки старых лесоводственных шкал на основе сравнительно-экологической методики, также относит серебристый и черный тополи к первой (группа саксаула) и серый тополь и осину ко второй (группа лиственницы) группам. Однако и эта шкала, как и все другие, упоминает лишь два-три вида тополя и осину. В целом из рода тополей по всем признакам наиболее светолюбивыми являются белые тополи и осина, наименее светолюбивыми — бальзамические тополи. Черные тополи занимают среднее положение, однако и они не выносят даже бокового затенения. Среди черных тополей на первом месте стоит наш осо-

корь, на последнем — канадский черный тополь. Евроамериканские гибриды занимают среднее положение.

Ниже приводится составленная нами шкала теневыносливости тополей. В пределах групп соблюдается та же последовательность расположения от светолюбивых к теневыносливым, но с меньшей степенью точности.

1. Очень светолюбивые: тополи серебристый, белый, Болле, сереющий, осина.

2. Среднесветолюбивые: осокорь, тополи черный пирамидальный, майский, евроамериканский серый, мощный, поздний, гельдерский, Евгения, канадский.

3. Светолюбивые: тополи берлинский, китайский, лавролистный, волосистоплодный, душистый.

По отношению к другим древесным породам группа очень светолюбивых тополей стоит наравне с саксаулами, белой акацией и эвкалиптами, группа среднесветолюбивых — с березами, лиственницей, а группа светолюбивых — с сосной обыкновенной, айлантом, ясенем.

Отношение тополей к теплу. По отношению к теплу род тополей сильно варьирует. Одни виды тополей являются морозоустойчивыми, переносят сильные морозы, не повреждаются поздневесенними и раннеосенними заморозками, имеют короткий вегетационный период, побеги их своевременно вызревают, листва рано желтеет и опадает. К ним относятся бальзамические тополи: темнолистный, душистый, лавролистный, бальзамический. Тополь душистый на востоке Сибири является единственной высокорослой древесной породой, заходящей по поймам рек за пределы  $72^{\circ}$  северной широты и выносящей температуру  $-69^{\circ}\text{C}$ . В Горно-Бадахшанской автономной области высокогорный экотип тополя лавролистного — памирский — заходит в горы по долинам рек даже на высоту 3850 м над уровнем моря и образует там отдельные рощи — тополовос криволесье. В возрасте 53 лет он достигает там высоты 7,5 м, диаметра на высоте 1,5 м — 12 см. Даже в этих исключительно неблагоприятных условиях годовой прирост в высоту 2—5-летних стволиков корневой поросли достигает 0,5 м и более (Гусев и Сидоров, 1960). Исключительной морозоустойчивостью обладает и осина. Естественные ареалы бальзамических тополей и осины находятся в холодных и умеренно холодных климатических зонах.

Другие виды тополей, естественно растущие в южных широтах северного полушария, очень теплолюбивы. К ним относятся тополи Болле, Баховена, черный пирамидальный, алжирский пирамидальный, турнга. Они отличаются продолжительной вегетацией, не выносят сильных морозов, повреждаются поздневесенними и раннеосенними заморозками. Остальные виды тополей занимают среднее положение. Следует отметить, что в культуре, особенно в озеленительных городских посадках, неко-

торые тополи показывают значительно большую морозостойкость, чем при естественном распространении. Так, тополи белый, сереющий, осокорь, канадский хорошо выносят климат Ленинграда, Петрозаводска, Архангельска, Хельсинки.

Опыт выращивания евроамериканских тополей в Европе показывает, что наивысшую продуктивность они имеют в местностях со среднегодовой температурой не ниже  $9,5^{\circ}$ , средней температурой вегетационного периода около  $16,5^{\circ}$  и средней июльской — около  $20^{\circ}$  С. Все тополи по отношению к теплу можно распределить на четыре группы.

1. Очень теплолюбивые: тополи Баховена, алжирский пирамидальный и турнга.

2. Теплолюбивые: тополи серебристый и Болле.

3. Среднетребовательные к теплу: тополи черный пирамидальный, канадский, евроамериканские гибриды, китайский, берлинский.

4. Малотребовательные к теплу: тополи белый, серый, осокорь, осина, бальзамический, лавролистный, душистый.

Требовательность тополей к почве. Определяющими и ограничивающими возможности успешной культуры тополей являются мощность, аэрация, влажность, рН, химическое плодородие и засоление почвы.

С лесоводственной точки зрения представление о мощности почвы тождественно понятию «корнедоступная толща почвы» Г. Ф. Морозова или ризосфера Г. Н. Высоцкого. Она оказывает большое влияние на глубину распространения и мощность корневых систем тополей. От нее в значительной мере зависит и плодородие лесных почв.

Черные тополи максимальную продуктивность имеют на почвах глубоких, мощностью 60—90 см (Schreiner, 1958). Минимальная глубина почвы, приемлемая для удовлетворительного роста тополей, примерно 45 см. Имеются отдельные примеры, когда на сравнительно мелких почвах, но с проточными грунтовыми водами (вдоль рек), рост тополя был очень хорошим.

Ограничительными мощности почвы, доступной для роста тополей, чаще всего выступают: подстилающая горная порода, ортштейн, тяжелая глина, застойная грунтовая вода, засоление хлоридами и сульфатами нижних горизонтов почвы.

На осушенных болотах в Полесье УССР установлено резко отрицательное влияние на рост и сохранность тополей залегающего на глубине 50 см и меньше оглеенного горизонта, насыщенного закисным железом. Лишь при залегании этого горизонта глубже 1 м тополи имеют более или менее удовлетворительный рост. Торфяное болото непригодно для выращивания черных тополей. Проточная грунтовая вода в поймах и на склонах не ограничивает глубину почвы для роста тополей.

Раскопки корневых систем показали наибольшую насеченность физиологически активными сосущими корнями (тоньше

2 мм) самого верхнего слоя почвы. Это является свидетельством требовательности тополей к аэрации. Как известно, поверхностный слой в этом отношении находится в наилучших условиях. В первые годы жизни культур его необходимо содержать в рыхлом состоянии. Тополи резко отрицательно реагируют на уплотнение почвы пастьбой скота и положительно на уход за почвой в первые годы.

Хорошая аэрация почвы так же важна, как и ее влагообеспеченность. Венгерские лесоводы по относительному требованию тополей к аэрации почвы расположили их в следующий ряд в убывающем порядке: мощный, алжирский, пирамидальный, осина, сереющий, Болле, белый, I-214, поздний, майский, гельдерский, серый евроамериканский, осокорь.

Отношение тополей к влажности почвы, как и к другим экологическим факторам, у разных видов и клонов тополей различное. Однако различия эти относительны. По сравнению с другими древесными породами все тополи наибольшую продуктивность имеют в условиях оптимального увлажнения почв и относятся к группам мезо- и мезогигрофитов. Лишь туронгу можно отнести к группе ксерофитов. Все они по отношению к влаге являются пластичными, могут переносить — одни лучше, другие хуже — недостаток влаги в почве, сухость воздуха, горячие сильные ветры, жаркий климат.

Черные тополи требуют влажной почвы в течение всего вегетационного периода, чтобы уровень грунтовых вод был в пределах, доступных для корней. Для культуры тополей наиболее пригодными являются участки с уровнем грунтовых вод в течение вегетационного периода 5—150 см (Pourtet, 1957). Имеются примеры хорошего роста тополей на местах с легкими сравнительно сухими почвами с уровнем грунтовых вод на глубине 3—4 м (лесостепь УССР). На возвышенных местах тополи лучше растут чаще на среднетяжелых почвах, вероятно потому, что водоудерживающая способность у них большая, чем у легкосуглинистых почв. Тяжелые корненепроницаемые почвы на влажных местах и легкопроницаемые с застойной водой на глубине не более 0,5 м в течение всего вегетационного периода непригодны для выращивания тополей.

Евроамериканские гибриды тополей чувствительны к относительной влажности воздуха в тех местах, где она превышает 75%. Осадки свыше 750 мм в год оказывают уже отрицательное влияние на эти тополи (Венгерское тополоводство, 1962). По требовательности тополей к влажности почвы все тополи можно распределить на три группы. При этом сами группы и породы в пределах групп, как это принято в лесоводстве, расположены по нарастающим степеням требовательности.

1. Ксеромезофиты: осина, тополь сереющий, белый. Они осваивают запасы влаги при наименьшей (полевой) влагоемкости почвы.

2. Мезофиты: осокорь, черный пирамидальный, алжирский пирамидальный, Болле, тополь поздний, бальзамические тополи. Кроме освоения запасной влаги почвы, они всегда нуждаются в дополнительном увлажнении, но переносят и временные засушливые периоды.

3. Мезогигрофиты: тополь мощный и все остальные евроамериканские гибриды. Они всегда требуют оптимальных условий увлажнения и резко отрицательно реагируют на высыхание почвы.

Одним из характерных свойств тополевых условий местопроизрастания является высокая щелочность почвы. Наиболее благоприятными для произрастания тополей признают значения рН 6—7. При увеличении кислотности почвы для выращивания тополей необходимо предварительное известкование. Критической для тополей является кислотность почвы при значениях рН 4,5—5,0. Рост тополей при этом неудовлетворительный. Однако в условиях пойм низкое рН редко является ограничивающим фактором выращивания тополя. Большинство пойменных заливных почв, по нашим исследованиям, имеют рН 5,5—6,5.

В условиях Полесья УССР кислотность наряду с бедностью почвы и застойным увлажнением является основной причиной неудовлетворительных роста и сохранности тополевых культур. Особенно чувствительными к кислотности почвы и застойности воды являются черные тополи. Ацидифильной из тополей является лишь осина. Кальди Жозеф считает, что лучшая осиновая древесина выращивается при рН 5,2—5,3, т. е. в явно кислом диапазоне. По данным Эверса, рост ели и тополя зависит больше от формы азотного питания, чем от реакции почвы. При нитратном питании тополь хорошо растет при любой кислотности, при аммонийном — в щелочной среде он растет нормально. При смешанном аммонийно-нитратном питании тополь растет плохо в любых интервалах рН (Смольягинов, 1969). Верхним пределом щелочности почв, пригодных для выращивания евроамериканских тополей, следует считать рН 8,5. Такую реакцию, как правило, имеют засоленные почвы.

Изучение требовательности тополей к плодородию почвы начато во многих странах. Установлено, что почти все тополи требовательны к плодородию почвы. Однако имеется еще слишком мало данных, которые позволили бы точно определить степень плодородия почв, удовлетворяющую потребность культуры того или иного вида тополя. Возможно, этим и объясняются многочисленные неудачи при выращивании тополей сразу на больших площадях. Исследования показывают, что наилучшим критерием плодородия тополевых почв является тот уровень, который обеспечивает наивысшие урожаи зерновых. Опытами выращивания тополей в Италии установлено, что почвы под тополевые культуры требуют даже на 20—30% больше удобрений, чем под сельскохозяйственные культуры. Прекрасный рост

тополей на песчаных отмелях рек не может свидетельствовать об их нетребовательности к плодородию. Такие насаждения исконьзывают богатство минерализованной проточной воды.

П. Л. Богданов (1965) все тополи относит к экологической группе древесных пород мезотрофов, растущих нормально на почвах среднего плодородия. Однако наибольшие приросты тополи дают на более плодородных почвах, где они могут проявить полностью свои биологические свойства быстрорастущей породы. Мы считаем, что далеко не все представители рода тополей являются мезотрофами, т. е. среднетребовательными к плодородию почвы. Почти все черные тополи и евроамериканские гибриды являются типичными мегатрофами, требовательными к плодородию почвы. Об этом свидетельствует и исключительная отзывчивость тополей на малейшее улучшение почвенного питания, на вносимые удобрения как в условиях вегетационных, так и особенно полевых (Слухай, 1965). Как известно, даже осина, сравнительно не требовательная к условиям местопроизрастания и являющаяся типичным мезотрофом, наилучший рост и наивысшую продуктивность имеет на богатых, влажных, хорошо аэрируемых почвах лесной зоны.

Условно о требовательности отдельных видов и клонов тополей к плодородию почв можно судить по содержанию в листьях азота, фосфора и калия. Содержание их в листьях 12 видов и клонов колеблется в значительных пределах: азот — от 1,06 (белый) до 2,78% (поздний), фосфор — от 0,16 (серебряный) до 0,88% (поздний) и калий — от 0,40 (белый) до 0,85% (евроамериканский серый) (Венгерское тополеводство, 1962). Требования тополей белого, серебряного и осины сравнительно невелики, осокорь занимает среднее положение. Среди евроамериканских тополей мощный и знаменитый итальянский клон I-214 предъявляют сравнительно наименьшие требования к питательным веществам почвы. Требования остальных евроамериканских гибридов почти одинаково высокие. По требовательности к азоту выше евроамериканских гибридов стоят черная ольха и липа, к фосфору — ясень, вяз и клен. Это говорит о том, что многие тополи являются нитрофосфорофилами. Бальзамические тополи по требовательности к богатству почвы занимают среднее положение между белыми и черными тополями или даже ближе к белым. Все виды тополя, кроме осины, являются кальциевилами.

Наши данные о содержании азота и зольных элементов в листьях майского тополя показывают значительные их колебания в зависимости от условий местопроизрастания (табл. 4). В связи с этим заключения о требовательности тополей к богатству почвы по листовому анализу довольно относительны.

Лесоводам давно известна солеустойчивость туронги, белых тополей — Болле, Баховена, белого, черных — осокоря и канадского. Из тополей, культивируемых в Украинской ССР, соле-

устойчивыми являются белый, Болле, значительно в меньшей мере — осокорь, канадский и некоторые евроамериканские гибриды.

Опытными посадками тополей на засоленных почвах в пойме р. Самары установлено, что на почвах с содовым засолением при концентрации  $\text{HCO}_3$  0,02—0,06% можно создать культуры только тополей белого и Болле. Тополь канадский удовлетворительно растет на почвах с концентрацией  $\text{HCO}_3$  не более

Таблица 4

Содержание азота и зольных элементов в листьях тополя майского (пр. площ. 1—10) и черной ольхи (пр. площ. 11), % на абсолютно сухое вещество

№ пробной площади	Тип условий местопроизрастания	N	Ca	Mg	P	K
1	$D_{3-4}$	2,24	1,84	0,33	0,25	1,25
2	$C_3$	2,41	1,85	0,23	0,24	1,34
3	$C_3$	2,01	1,64	0,24	0,22	1,31
4	$BC_3$	2,03	1,59	0,24	0,23	1,25
5	$C_3$	2,16	1,77	0,24	0,23	1,20
6	$D_3$	2,30	1,82	0,25	0,24	1,50
7	$B_3$	2,00	1,76	0,27	0,24	1,40
8	$B_3$	1,69	1,39	0,22	0,21	1,15
9	$B_2$	2,12	1,70	0,17	0,24	1,20
10	$D_{3-4}$	2,45	1,82	0,34	0,27	1,58
Среднее . .		2,14	1,72	0,25	0,24	1,32
11	$D_{3-4}$	3,08	1,42	0,29	0,23	1,73

0,02—0,05, а осокорь — не более 0,02—0,03%. Несмотря на высокую агротехнику создания, культуры черного и канадского тополей на почвах с концентрацией солей  $\text{HCO}_3$  0,056 и Cl 0,02% на одном участке и  $\text{HCO}_3$  0,119, Cl 0,004 и  $\text{SO}_4$  0,005% на другом полностью погибли в первый год. Белый тополь на обоих участках растет удовлетворительно, в 3 года он достиг средней высоты 214 см. Несколько хуже чувствует себя тополь Болле — в 3 года он достиг средней высоты 207 см на первом участке и 123 см на втором (Лаврищева, 1962).

Сеянцы тополей в вегетационных сосудах и молодые 5—7-летние культуры тополей неодинаково реагируют на засоление. Хлоридно-сульфатное засоление почвы (0,05% по Cl' и 0,15% по  $\text{SO}_4^{2-}$ ) приводит к повышению содержания общей и связанный воды, снижению интенсивности транспирации, повышению интенсивности фотосинтеза и увеличению содержания хлорофилла и солей у однолетних сеянцев белого и канадского тополей. Увеличение содового засоления почвы с 0,07—0,10 до 0,14—0,16% по иону  $\text{HCO}_3$  привело к снижению содержания общей и связанный воды, повышению интенсивности транспирации, снижению интенсивности фотосинтеза и уменьшению хлорофилла

ла и солей в 5—7-летних деревьях канадского тополя (Кулешова, 1966).

Комплексными лесоводственными и почвенными исследованиями УкрНИИЛХА (Лавриненко, Старусева, 1962) установлено значительно большее отрицательное влияние на рост канадского тополя содового засоления, чем хлоридно-сульфатного. В упомянутых работах под названием канадского тополя речь шла об евроамериканском гибридде — тополе майском.

40-летними исследованиями по облесению засоленных почв Венгерской низменности установлена наряду с дубом черешчатым высокая солеустойчивость при наличии достаточного

Таблица 5

Примерные предельные концентрации солей в почвенном растворе для отдельных видов тополя (Шумаков, 1964)

Вид тополя	Содержание соли, % (по данным водной вытяжки)			Примечание
	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	
Канадский . . . . .	0,03—0,05	—	0,69	0,50% в нижних горизонтах почвы
Баховена, черный пирамидальный . . .	0,02—0,03	0,20	1,0	В слое 0—60 см
Лавролистный . . . .	0,05	0,07	0,44	В корнеобитаемом слое
Осокорь . . . . .	—	0,038	0,2	В верхнем слое
Осина . . . . .	—	0,24	—	На глубине до 90 см

увлажнения тополя белого и тополя евроамериканского майского. В настоящее время из общей облесенной площади 25 тыс. га на засоленных почвах Венгерской низменности тополи растут на площади 4,2 тыс. га.

Значительными недостатками почвы при выращивании евроамериканских гибридов тополей тополеводы считают следующее: 1) содержание в слое 0—50 см солей выше 0,15%; 2) больше 0,01 или на глубине 50—100 см больше 0,05% щелочности по фенолфталеину; 3) содержание в почве углекислого кальция больше 15% при благоприятном поверхностном водоснабжении и больше 10% при сухих условиях; 4) частая встречаемость конкреций кальция на глубине 0—5 см; 5) связанность по Аранью при глубине 0—50 см выше 55 и при 50—100 см выше 60; 6) 5-часовая водоподъемная способность меньше 100 мм.

Некоторые ориентировочные данные о солеустойчивости тополей приведены в табл. 5.

Е. С. Мигунова (1966) рекомендует использовать тополи белый и Болле в качестве главной породы при облесении лугово-черноземных, лугово-каштановых и дерновых песчаных солончаковых почв.

Индикаторы пригодности условий местопроизрастания для выращивания тополей. Наиболее пригодными для выращивания тополевых насаждений являются высокоплодородные, хорошо дренированные, с доступной грунтовой водой почвы. Такие почвы характеризуются преобладанием и пышным развитием следующих видов травянистой растительности: ежевика обыкновенная, цирцея альпийская, щучник дернистый, подмареник цепкий, гравилат речной, гравилат городской, будра плющевидная, недотрога обыкновенная, чистец лесной, крапива двудомная, крапива жгучая.

Низинные луга с высоким уровнем грунтовых вод являются обычно хорошими тополевыми условиями, если в их травяном покрове преобладают следующие виды, показывающие хорошую аэрацию и залегание уровня грунтовых вод не ближе 45 см: живучка ползучая, паноротник женский, цирцея альпийская, таволга вязолистная, хмель обыкновенный, вербейник обыкновенный, незабудка, шлемник болотный, смородина черная, паслен горький.

На повышенных местах, где корни не достигают уровня грунтовых вод, показателями достаточно влажных и богатых почв для хорошего роста тополя являются следующие виды: цирцея альпийская, крапива, гравилат речной, гравилат городской, недотрога обыкновенная, чистец лесной, звездчатка лесная.

Суглинисто- песчаные бесструктурные почвы с глубоким залеганием грунтовых вод малопригодны для выращивания тополей. Для них характерно уменьшение в травяном покрове перечисленных выше видов и преобладание следующих видов: зубровка, медовая трава волосистая, медовая трава мягкая, малина.

Непригодными для выращивания тополей являются почвы слишком сырьи, тяжелые, недостаточно дренированные. Такие почвы характеризуются появлением и преобладанием следующих растений: осока, булавоносец сереющий, щучник извилистый, пушица узколистная, овсяница овечья, ирис болотный, бор развесистый, молния голубая, канареечная трава, тростник обыкновенный, сфагnum, черника, брусника, стрелолист обыкновенный, частуха подорожниковая, камыш озерный, ежеголовник многогранный.

Суммируя изложенный выше материал, можно дать следующую лесоводственную характеристику отдельным видам культивируемых тополей.

Тополь белый (*Populus alba* L.). Обладает высокой интенсивностью жизнедеятельности и быстрым ростом на хорошо дренированных богатых почвах. В условиях влажных и сырьих дубрав лучшие 28—37-летние насаждения белого и серого тополей имеют средний прирост древесины 20—30 м<sup>3</sup>/га в год, в условиях богатых влажных сугрудков — 11—14 м<sup>3</sup>/га, в свежих

и влажных сугрудках 4—10 м<sup>3</sup>/га. Один из самых светолюбивых тополей. Малотребовательный к теплу. По требовательности к влажности почвы белый тополь относится к группе ксеромезофитов. Довольно засухоустойчив. Не выносит затопления более 1—2 месяцев, но зато выносит сравнительно интенсивную геологическую деятельность реки (размыты и намывы почвы). Предпочитает дренированные богатые пойменные почвы. Из всех тополей относится к группе сравнительно наименее требовательных к плодородию почвы (вслед за турангой и тополем Баховена) и наиболее солеустойчив. Устойчив к ржавчине листьев и стволовым вредителям. На бедных и сухих почвах в условиях свежих сугрудков и суборей поражается дидимосферией. В Западной Европе белый тополь считается слабоустойчивым к раковому заболеванию коры. Однако в условиях Украины он совершенно устойчив против этой болезни. Тополь белый повсеместно распространен в естественных пойменных насаждениях, культурах и декоративных посадках УССР, является одним из основных видов, перспективных для выращивания в лесу.

Тополь сереющий (*P. canescens* Sm. = *P. alba* L. × *P. tremula* L.). Очень светолюбив, но менее, чем осина. Малотребовательный к теплу. Требовательный к аэрации почвы. Как и белый, сереющий тополь является ксеромезофитом. Сравнительно малотребовательный к плодородию почв. Лучше других тополей выносит кислую реакцию почвы. Хорошо растет и в жарком сухом климате на влажных и сырьих почвах. В Западной Европе считается исключительно пластичным, легко приспосабливающимся к любым почвенным условиям, хорошо растет даже на тяжелых глинистых и торфянистых почвах. Устойчив к ржавчине листьев, редко повреждается стволовыми вредителями, совершенно невосприимчив к раковым заболеваниям коры. Хорошо выносит климат морских побережий, солевые брызги и сильные ветры. Сереющий тополь распространен в основном в поймах малых и больших рек Украины, где естественно произрастают тополь белый и осина. В культурах используется, к сожалению, очень редко.

Тополь Болле (*P. bolleana* Lauche). Растет менее интенсивно, чем белый и сереющий тополи. Весьма декоративный, благодаря пирамидальной форме кроны и светлой гладкой коре. Очень светолюбивый и теплолюбивый. Среднетребовательный к влажности (мезофит) и сравнительно нетребовательный к плодородию почвы. Может хорошо расти даже на щебенистых и песчаных почвах, но с хорошим дренажем и достаточным количеством влаги. Вместе с турангой он наиболее солеустойчив из всех тополей. Устойчив к ржавчине листьев и стволовым вредителям. Легко переносит значительную сухость воздуха, жаркий климат, но предпочитает свежие почвы с близким залеганием уровня грунтовых вод. Ветроустойчив. В УССР распро-

странен преимущественно в южной части, в рядовых, защитных и декоративных посадках. В лесных насаждениях встречается редко (в Крыму).

Осина (*P. tremula* L.). По сравнению с белым и сереющим тополями растет менее интенсивно в первые годы, но зато менее требовательна и к богатству почвы, считается даже сравнительно безразличной к почвам. Очень светолюбивая, морозостойкая, ксеромезофит. В отличие от всех других видов рода тополей осина может сравнительно хорошо расти на кислых почвах, является ацидифилом. Устойчива к ржавчине листьев, невосприимчива к раковым заболеваниям коры. Выносит слабое засоление почвы. Не ветроустойчива. Отдельные формы и клонны

Таблица 6

Продуктивность естественных насаждений осины  
в Полесье УССР, м<sup>3</sup>/га

Возраст, годы	Влажный сугрудок (С <sub>3</sub> )		Сырой сугрудок (С <sub>1</sub> )	
	Запас	Средний прирост	Запас	Средний прирост
20	268	13,4	210	10,5
25	327	13,1	250	10,0
30	378	12,6	249	8,3
35	385	11,0	256	7,3
40	352	8,8	—	—

(в том числе гигантская, зеленокорая и др.) устойчивы против сердцевинной гнили. Обычная же серокорая форма осины довольно сильно поражается сердцевинной гильтью. В Полесье УССР (по нашим данным) осиновые насаждения достаточно продуктивные, в возрасте 30—40 лет средний прирост древесины достигает 7—12 м<sup>3</sup>/га (табл. 6).

Осокорь (*P. nigra* L.). По сравнению с евроамериканскими гибридами осокорь менее продуктивен на богатых почвах. Из всех черных тополей осокорь наиболее светолюбив. Морозостойкий. Не обмерзает в уличных посадках Ленинграда, Петрозаводска, Архангельска, однако в естественных насаждениях по поймам рек так далеко на север не заходит. Дольше других тополей выносит затопление проточными водами — до 2 месяцев. Среднетребовательный к влажности и богатству почвы. Выносит лишь слабое засоление почв, чувствителен к кислотности почвы и застойности воды. Очень пластичный. Может расти на сравнительно бедных, сухих почвах, на которых евроамериканские гибриды обычно менее продуктивны. Слабо устойчив к ржавчине листьев и к раковым заболеваниям коры. Осокорю принадлежит большая лесоводственная роль как лесообразователя в пойменных и других местах, он продуктирует

высокие запасы древесины. Его посадки имеют водоохранное значение и необходимы для укрепления берегов рек, озер и водохранилищ. В УССР осокорь распространена в поймах рек, а в культуре — повсеместно, в том числе и в лесных насаждениях.

Тополь черный пирамидальный (*P. nigra* L. var. *italica* du Roi = *P. pyramidalis* Rozier = *P. fastigiata* Pers.). Очень пластичен, может быть выращен в самых различных условиях по климату и почве. Идеальная порода для линейных посадок. Светолюбив, довольно морозостоек, но в меньшей мере, чем осокорь, хотя северная граница его успешной культуры проходит почти по северной границе лесостепной зоны, среднетребовательный к влажности почвы, но хорошо выносит сухой и жаркий климат, ветроустойчив. В Англии пирамидальный черный тополь очень высоко ценится за его выдающуюся газо- и дымоустойчивость. Растет хорошо даже в таких задымленных промышленных городах, как Лондон, Глазго, Ливерпуль, Манчестер (Ткаченко, 1939). Слабоустойчив к ржавчине листьев. При условии наличия влаги в почве на юге УССР мирится со слабым засолением. Из-за широкого распространения во всем мире Международная комиссия по тополю при ФАО признала черный пирамидальный тополь стандартом для фенологических наблюдений за тополями. В УССР этот тополь широко распространена повсеместно в защитных, ветроломных, декоративных и других посадках аллейного типа, реже — в массивных лесных культурах.

Тополь канадский миссурийский (*P. deltoides* Marsch. ssp. *missouriensis* Henry). Из всех черных тополей наименее светолюбив. Среднетребовательный к теплу и требовательный к богатству почвы. На тяжелых суглинистых почвах растет плохо. Чувствителен к низким температурам, влаголюбивый. Устойчив к ржавчине листьев. На Украине этот тополь распространен в озеленительных и защитных насаждениях, особенно в больших городах и старых населенных пунктах, вдоль шоссейных дорог и пр. Особенно много деревьев этого тополя в Киеве. Там он растет по Музейному переулку, на улицах Просвещения и Максима Кривоноса, в Святошине, на экспериментальной базе Института физиологии растений АН УССР. Придорожные посадки этого тополя имеются на 18 и 46 км по шоссе Киев — Житомир. В отдельных местах встречается он и в посадках вдоль шоссе Житомир — Брест, Ровно — Львов — Ивано-Франковск. Высокая продуктивность, устойчивость против вредителей и болезней делают этот тополь одним из наиболее перспективных для Украины.

Тополь канадский виргинский (монилифера) (*P. deltoides* Marsch. ssp. *monilifera* Henry). Экологически более пластичный, чем другие подвиды. Растет быстро даже на песчаных почвах, влаголюбив, довольно морозостоек. Из-за большого количества

пуха, который он продуцирует вместе с семенами, нежелателен для посадок в населенных пунктах. Растет в Киеве, во Львове в университетеском ботаническом саду и во многих других районах республики.

Тополь поздний (*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'serotina' = *P. nigra* L. × *P. deltoides* Marsch. ssp. *monilifera* Henry = *P. 'serotina'*). Мужской клон. Имеются сильно и слабо транспирирующие клоны. До 15—20 лет растет медленнее тополя майского, энергично растет в 25—30 лет. В смешанных насаждениях с тополем майским, как правило, отстает в росте и вырубается при рубках ухода. Из всех евроамериканских гибридов наиболее долговечен и достигает наибольших размеров. Не выносит даже слабого засоления почвы. Сравнительно устойчив к ржавчине листьев, но повреждается раковыми заболеваниями коры. Хорошо растет на тяжелых, глинистых, но дренированных и обеспеченных влагой почвах. В УССР распространен повсеместно в рядовых посадках в виде чистых и смешанных насаждений в лесу (Конотопский, Самборский, Дубновский, Сарненский, Львовский лесхоззаги), почти всегда в виде примеси в насаждениях тополя майского.

Тополь майский (*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'marilandica' = *P. nigra* L. × *P. 'serotina'* = *P. 'marilandica'*). Женский клон. Наиболее распространенный на Украине тополь из группы евроамериканских. Высокопродуктивный на богатых пойменных легкосуглинистых влажных почвах. Может расти и на песчаных почвах с близким залеганием грунтовых вод. Не терпит кислых, заболоченных и торфянистых почв. По сравнению с другими гибридами тополь майский сравнительно солеустойчив. Поражается ржавчиной листьев и раковыми заболеваниями коры. Широко выращивается в лесных, защитных, декоративных и озеленительных посадках. Как и тополь монилифера, не рекомендуется при озеленении городов и населенных мест.

Тополь мощный (*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'robusta' = *P. nigra* L. var. *plantierensis* × *P. deltoides* Marsch. ssp. *angulata* Henry = *P. 'robusta'*). Мужской клон. Самый быстрорастущий и высокопродуктивный тополь из евроамериканских гибридов и самый требовательный к аэрации почвы. Хорошо растет на легких, свежих, богатых почвах, хуже — на плохо дренированных, с высоким уровнем стояния грунтовых вод. В Западной Европе растет на отвалах угольных шахт. Не выносит даже слабого засоления почв. Устойчив к ржавчине листьев, но сильно поражается раковыми заболеваниями коры. Довольно часто встречается в УССР, преимущественно в озеленительных посадках крупных городов, вдоль шоссейных дорог. Растет в Киеве, в поселке Каменный Брод Новоград-Волынского района Житомирской области, в Котелевском и Россошинском лесничествах Полтавского лесхоззага, в Коляжинском лесниче-

стве Нежинского лесхоззага (см. рис. 1), в Львове и Чертове Тернопольской области. Очень перспективный для Украины вид.

Тополь серый (*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'regenerata' = *P. nigra* L. × *P. 'serotina'* = *P. 'regenerata'*). Женский клон. Сильно транспирирующий. Предпочитает луговые почвы речных долин, влажные местообитания. В Западной Европе считается подходящим для выращивания на заболоченных торфянистых кислых почвах. Плохо переносит засуху. Хорошо растет на плодородных влажных почвах. Не терпит засоления почвы. Слабо устойчивый против ржавчины листьев, но устойчив к раковым заболеваниям коры. В УССР встречается в лесных насаждениях (Глинское лесничество Роменского лесхоззага Сумской области) и защитных, придорожных, озеленительных посадках (поселок Турчинка Житомирской области, вдоль шоссе Чернигов — Новгород-Северский, Киверцовский, Самборский, Чертовский, Львовский и другие лесхоззаги).

Тополь Евгения (*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'eugenii' = *P. regenerata* × *P. nigra* L. var. *italica* du Roi = *P. 'eugenii'*). Мужской клон. Растет очень быстро на богатых почвах. Декоративен. Среднетребовательный к свету, теплу и влажности почвы. Не терпит засоления почв. Слабо устойчив к ржавчине листьев. Широко распространен в Англии. В УССР встречается редко (посадки Юницкого в Деркульском лесничестве, Киев, село Рудки Львовской области).

Тополь гельдерский (*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'gelrica' = *P. marilandica* × *P. serotina* = *P. 'gelrica'*). Мужской клон. Растет исключительно быстро на песчаных и глинистых почвах, но чувствителен к кислым торфянистым. Пластичный. Слабо устойчивый к ржавчине листьев. Не выносит засоления почв. Устойчив к раковым заболеваниям коры. В УССР встречается редко в озеленительных и декоративных посадках. Нами встречена рядовая посадка тополя в селе Семеновка Менского района Черниговской области. Встречается в парковых насаждениях Киева.

Тополь бальзамический (*P. tacamahaca* Mill = *P. balsamifera* L.). Как и все другие бальзамические тополи, светолюбив, но несколько меньше черных тополей. Очень морозостоек, среднетребовательный к плодородию почв. Декоративный и ароматичный, особенно весной. Сравнительно засухоустойчив, выносит слабое засоление почв. Сильно и чаще, чем все другие тополи, повреждается стволовыми и листогрызущими вредителями, болезнями. Несмотря на широкое его распространение в УССР в лесных и линейных посадках, для широкого внедрения в лесное хозяйство он не рекомендуется. Менее продуктивный, чем черный и белый тополи. Хорошей репутацией пользуется во многих северных и средних областях лесной и лесостепной зон РСФСР, а также в Грузии.



Рис. 1. Евроамериканский тополь мощный в аллейной посадке Нежинского лесхоззага.

Возраст — 65 лет, диаметр — 112 см, высота — 38 м.

Тополь китайский (*P. simonii* Carr.). Светолюбивый, менее морозостойкий, чем все другие бальзамические тополи. Засухоустойчив. Очень декоративный. В условиях УССР наибольшей продуктивности и наибольших размеров достигает в условиях влажных и сырых дубрав. В этих же условиях нами отмечена большая подверженность его раковым заболеваниям коры (пойма р. Десны в районе Чернигова). Поэтому, а также учитывая его обычно меньшую продуктивность по сравнению с белыми и черными тополями, следует осторожно подходить к расширению его культур в полесье и лесостепи. В степи, как показали опытные видовые культуры в «Веселых Боковеньках», он растет лучше других тополей. Распространен в УССР повсеместно, чаще в виде примеси в насаждениях других тополей, а в озеленительных посадках он часто преобладает. В УССР этот тополь представлен преимущественно мужскими особями.

Тополь крупнолистный (*P. candicans* Ait). По экологическим свойствам близок к бальзамическому, однако растет значительно медленнее его и менее продуктивен. Хорошо растет на богатых увлажненных почвах. В Западной Европе хорошо растет на легких торфянистых кислых почвах. Светолюбивый и морозостойкий. Декоративный только в молодом возрасте. Сильно поражается стволовыми вредителями, малоустойчив к ржавчинным грибам. Повреждается сильными ветрами. Для лесных культур не рекомендуется. Повсеместно распространен в линейных посадках, реже — в лесных насаждениях. Некоторый интерес представляет лишь для декоративных и озеленительных посадок.

Тополь берлинский (*P. × berolinensis* Dippel = *P. laurifolia* Ledeb × *P. nigra* L. var. *italica*). Более продуктивный, чем бальзамический тополь. Растет быстро. Очень декоративный. Имеются сильно и слабо транснирирующие клони. Из всех бальзамических тополей берлинский — наиболее светолюбивый, морозостоек. Требовательный к влажности почвы, особенно хорошо растет в поймах рек, мало устойчивый против вредителей и болезней. На нем охотно поселяются и листогрызущие вредители. В США берлинский тополь засухоустойчив и считается лучшим тополем для полезащитного лесоразведения (Эйзенрейх, 1959). Повсеместно распространен в полесье и лесостепи УССР, доминирует в уличных посадках Житомира. Особенно часто берлинский тополь встречается в Львовской и Ивано-Франковской областях, преобладают женские экземпляры. Представляет интерес для выращивания в полесье УССР.

Тополь волосистоплодный (*P. trichocarpa* Torg et Gray). Отличается быстрым ростом на относительно бедных почвах. Морозостоек, требователен к влажности почвы и воздуха, устойчив против вредителей и болезней. На Украину завезен сравнительно недавно. Хорошо растет в полесье в культурах на дерново-подзолистых свежих и влажных супесчаных почвах. Еди-

нично встречается в линейных посадках (Львов, Мукачево, село Рудки Львовской области, Киев, Острог и др.). Представляет большой интерес для выращивания в полесье УССР.

Тополь лавролистный (*P. laurifolia* Ledeb.). Светолюбивый, очень зимостойкий. Малотребовательный к богатству почвы. Хорошо растет на приречных влажных песчаных и даже щебенистых почвах. В условиях УССР отличается сбежистостью ствола и обилием засохших долго не опадающих мелких веточек. Из всех бальзамических тополей на Украине наименее продуктивный. Встречается лишь в линейных посадках. Представляет интерес для декоративных посадок в полесье и на северо-востоке УССР.

Тополь душистый (*P. suaveolens* Fisch.). Светолюбивый, совершенно морозостойкий, мало требовательный к почвам, хорошо растет на почвах с проточным увлажнением. Устойчив к вредителям и болезням. В УССР введен в культуру сравнительно недавно. Встречается в озеленительных насаждениях, реже — в лесных культурах. Перспективен для выращивания в полесье УССР.

## Фенология

Для точного определения некоторых видов и в особенности евроамериканских гибридов черных тополей, кроме целого ряда морфологических признаков, обязательно необходимо привлечение сроков и последовательности наступления отдельных фенофаз развития. Многими исследователями в разных странах Европы установлена одинаковая последовательность наступления цветения, облистения и других фаз развития у всех тополей. При этом, в зависимости от места наблюдений и погодных условий того или иного года, сроки наступления фенофаз колеблются, однако последовательность наступления их по видам и гибридам тополей всегда сохраняется.

С целью установления последовательности, сроков и необходимых для наступления отдельных фенофаз сумм положительных температур нами в течение 1959—1964 гг. проводились наблюдения за 10 различными видами и гибридами в районе города Овруч (Житомирская область). Кроме этого, велись записи односрочных наблюдений во время маршрутных исследований. Для сопоставления использованы результаты фенологических наблюдений Полесской агролесомелиоративной опытной станции (АЛОС) по основным лесообразующим древесным породам — дубу, сосне, березе и черной ольхе (табл. 7).

Цветение раньше начинается у тополей белого, осипы и сереющего — около 12—15 апреля. Раньше цветут мужские экземпляры, позже — женские. Вслед за этим начинается цветение у бальзамических тополей — крупнолистного, бальзамического, берлинского. Из группы черных тополей первым зацве-

Таблица 7

Последовательность и сроки наступления некоторых фенофаз развития у тополей и других древесных пород

Древесная порода	Начало цветения		Начало облистения		Начало опадания листьев	Полное опадание листьев
	Даты	Сумма положительных температур	Даты	Сумма положительных температур		
1	2	3	4	5	6	7
Ольха черная . . . . .	<u>1 IV</u> 23 III—20 IV	61	<u>20 IV</u> 7—26 IV	180	<u>1 X</u> 17 IX—10 X	<u>4 X</u> 25 IX—11 X
Тополь белый . . . . .	<u>17 IV</u> 4—20 IV	95	<u>28 IV</u> 19 IV—5 V	252	<u>29 IX</u> 19 IX—12 X	<u>30 X</u> 21 X—7 XI
Осина . . . . .	<u>14 IV</u> 4—21 IV	117	<u>27 IV</u> 21 IV—6 V	241	<u>28 IX</u> 20 IX—6 X	<u>1 X</u> 21 X—10 XI
Тополь серебряный . . .	<u>15 IV</u> 10—22 IV	116	<u>27 IV</u> 16—30 IV	241	<u>23 IX</u> 9—28 IX	<u>30 X</u> 26 X—3 XI
Тополь круницолистный .	<u>17 IV</u> 10—23 IV	146	<u>23 IV</u> 16—30 IV	203	<u>28 IX</u> 17 IX—7 X	<u>5 X</u> 20 IX—13 X
Тополь бальзамический .	<u>19 IV</u> 8—25 IV	155	<u>22 IV</u> 14—27 IV	197	<u>8 VIII</u> 16—31 VIII	<u>28 IX</u> 14 IX—8 X
Тополь берлинский . . .	<u>20 IV</u> 15—30 IV	160	<u>25 IV</u> 15 IV—5 V	221	<u>18 IX</u> 20 VIII—2 X	<u>26 X</u> 19 X—16 XI
Береза бородавчатая . . .	<u>20 IV</u> 12—26 IV	163	<u>19 IV</u> 8—25 IV	174	<u>10 IX</u> 15 VIII—27 IX	<u>22 X</u> 10 X—6 XI
Тополь пирамидальный .	<u>21 IV</u> 12—27 IV	165	<u>25 IV</u> 14—30 IV	221	<u>30 IX</u> 13 IX—17 X	<u>20 X</u> 6—29 X

1	2	3	4	5	6	7
Тополь майский . . . . .	22 IV 12—28 IV	168	25 IV 18—30 IV	222	22 IX 16 VIII—7 X	27 X 19 X—10 XI
Тополь китайский . . . . .	23 IV 21—26 IV	165	25 IV 15 IV—2 V	220	17 IX 3 VIII—6 X	25 X 11 X—3 XI
Осокорь . . . . .	25 IV 13—30 IV	172	27 IV 20 IV—3 V	241	29 IX 13 IX—17 X	20 X 6—29 X
Тополь поздний . . . . .	25 IV 18—30 IV	175	5 V 27 IV—12 V	342	28 IX 21 IX—5 X	30 X 19 X—7 XI
Тополь серый . . . . .	25 IV 18—30 IV	180	30 IV 24 IV—4 V	285	22 IX 16 VIII—7 X	29 X 23 X—4 XI
Береза пушистая . . . . .	28 IV 24 IV—2 V	213	18 IV 2 IV—1 V	170	12 IX 11 VIII—23 IX	20 X 10 X—7 XI
Дуб летний ранний . . . . .	6 V 2—11 V	340	30 IV 23 IV—8 V	279	23 IX 9—28 IX	30 X 27 X—4 XI
Дуб летний поздний . . . . .	14 V 13—26 V	443	12 V 8—18 V	413	30 IX 14 IX—19 X	—
Сосна обыкновенная . . . . .	9 V 13—26 V	515	13 V 4—24 V	444	4 IX 29 VIII—14 IX	14 X
Тополь мощный . . . . .	19 IV 9—26 IV	155	26 IV 17 IV—1 V	230	28 IX 20 IX—15 X	29 X 10 X—9 XI

тает тополь майский, затем черный пирамидальный, осокорь. Позже всех цветут тополи поздний и серый — около 25 апреля. Позже тополей цветут дуб, сосна, береза пушистая, раньше — черная ольха.

Облиствение раньше всех начинается у бальзамических тополей (вслед за началом облиствения березы и черной ольхи).

В секции черных тополей раньше всего листья появляются у мужских особей черного пирамидального тополя, признанного Международной комиссией в качестве стандарта для фенологических наблюдений. Почти одновременно с этим начинается облиствение тополей майского, мощного, рано распускающейся формы осины (обычно сильно повреждаемой сердцевинной гнилью). По нашим наблюдениям, в Киеве и Житомире цветение женских экземпляров черного пирамидального тополя начинается на 2—3 дня позже начала цветения мужских. Около 1 мая начинается облиствение тополя серого. Позже всех начинается облиствение у тополя позднего, примерно на 10 дней позже, чем у тополей черного пирамидального и майского. Позднее начало облиствения тополя позднего является характерным его отличительным свойством. Позже, чем у этого тополя, облиствение наступает у поздно распускающейся формы дуба летнего и сосны обыкновенной. Такая последовательность цветения и облиствения тополей сохраняется и при помещении их ветвей ранней весной в сосуды с водой в теплом помещении.

В такой же строгой последовательности наступают и другие фазы развития тополей весной — сокодвижение, набухание и распускание почек.

Начало цветения и облиствения тополей в лесостепи и степи УССР идет в такой же последовательности, но раньше в лесостепи на 3—5 дней, а в степи на 5—9 дней.

Последовательность наступления созревания плодов, пожелтения и опадания листьев в большей мере зависит от погодных условий, особенно количества и частоты осадков, а поэтому не всегда является постоянной.

Раньше всех желтеют и опадают листья у бальзамических тополей, иногда уже в августе (1963 г.). Очень долго стоят в облиственном состоянии тополя поздний, мощный, майский.

Характерным отличительным признаком евроамериканских гибридов черных тополей является цвет листьев во время опадания осенью. У тополя майского они всегда золотисто-желтые, у позднего — слегка пожелтевшие или зеленые, у мощного — зеленые. Все эти особенности могут существенно облегчить или уточнить определение видов и гибридов тополей.

### Динамика формирования приростов

С целью изучения продолжительности и динамики приростов по высоте в течение вегетационного периода нами проводились в 1961 г. на опытном участке Полесской

АЛОС в районе города Овруч Житомирской области ежедневные обмеры приростов по высоте у пятнадцати различных видов и гибридов тополей. Исследования проведены над группами гибридных тополей селекции П. Л. Богданова (Ленинград), А. С. Яблокова (Москва) и условно местного происхождения. К условно местным отнесены тополи, которые естественно на Житомирщине не произрастают, завезены из других областей СССР и на протяжении нескольких лет выращиваются здесь в культурах и на плантациях. Кроме этого, проводились наблюдения и за тополем бальзамическим из Приморского края (город Свободный).

Обмеры производились на однолетних тополях, посаженных с размножением  $0,5 \times 0,5$  м весной 1960 г. и срезанных «на пень» весной 1961 г. В некоторой степени этим была достигнута идентификация условий роста тополей. Измерение высоты с точностью до одного миллиметра производилось ежедневно с 16 до 17 часов у пяти топольков каждого вида и гибрида. Прирост определялся на протяжении всего периода вегетации от распускания почек (15 апреля) до полного окончания роста у всех тополей (15 сентября) как средняя из пяти разниц по высоте побегов между смежными сутками (табл. 8).

Почва на участке среднедерново-подзолистая, супесчаная, влажная, подстилаемая на глубине 1,5—2 м овручскими кварцитами. Условия местопроизрастания опытного участка соответствуют богатой влажной субори ( $СВ_3$ ). В климатическом отношении 1961 год в центральном полесье отличался от средних многолетних данных меньшим количеством осадков (489 против 535 мм) и повышенной температурой воздуха ( $7,4^\circ$  против  $6,8^\circ$ ). Большая часть осадков (74%), как и по многолетним средним данным (68%), выпала в течение апреля — сентября.

Рост тополей в высоту начался в третьей декаде апреля и в первых числах мая, раньше у тополей краснонервного, подмосковного, китайского, лавролистного, позже всех — у тополей мичуринец, пионер, канадский  $\times$  лавролистный (№ 30/12), ленинградский. Прекратился рост в первой декаде сентября у всех тополей одновременно (6—9 сентября), кроме ленинградского, который окончил рост по высоте еще 31 августа. Общая продолжительность периода роста тополей в высоту колеблется в пределах 122 (ленинградский) — 139 (подмосковный, китайский, краснонервный) суток. Наименьший период роста имеет группа гибридных тополей из Ленинграда (в среднем 130 суток), наибольший — группа условно местных тополей (в среднем 136 суток). У группы гибридных тополей из Москвы период роста составил 131 сутки. Примерно 130—135 суткам равен и период роста по высоте у 7—9-летних тополей майского, бальзамического и китайского в произрастающих рядом с опытным участком рядовых посадках, в которых одновременно проводились фенологические наблюдения без обмеров приростов.

Таблица 3

## Прирост тополей по высоте в течение вегетационного периода

Вид тополя	Период роста *	Прирост в высоту по месяцам **							Высота, см
		апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Невский № 20/5 . . .	25 IV—6 IX 135	0,6 —	33,6 11	95,9 30	116,1 37	68,6 22	—	314,8	
Лавролистн.×пирамидальный (№ 61)	28 IV—7 IX 133	1,4 —	47,7 13	111,4 30	108,9 30	89,2 24	9,0 3	367,6	
Канадский×душистый (№ 10) . . .	29 IV—9 IX 134	0,1 —	20,4 12	52,1 30	52,9 30	47,4 27	1,1 1	174,0	
Ленинградский . . .	2 V—31 VIII 122	—	33,3 12	100,4 36	94,9 34	49,8 18	—	278,4	
Канадский×лавролистный . . .	4 V—7 IX 127	—	30,3 11	98,0 34	101,1 35	59,4 20	—	288,8	
Канадский×лавролистн. (№ 30/12) . . .	4 V—6 IX 126	—	27,4 10	85,2 31	91,7 33	75,0 26	0,9 —	280,2	
Подмосковный . . .	22 IV—7 IX 139	1,1 —	38,6 12	115,2 34	96,1 29	85,7 25	0,4 —	337,1	
Русский . . . . .	29 IV—6 IX 131	0,1 —	29,7 11	91,4 35	83,7 32	53,9 21	1,2 1	260,0	
Пионер . . . . .	4 V—7 IX 127	—	29,9 8	114,9 32	116,7 33	92,4 26	4,5 1	358,4	
Мичуринец . . . . .	5 V—9 IX 128	—	22,4 7	106,7 31	112,0 33	93,1 27	6,5 2	340,6	
Краснодервый . . .	22 IV—7 IX 139	2,7 1	43,4 11	130,8 35	121,2 32	79,7 21	0,4 —	378,4	
Китайский . . . . .	24 IV—9 IX 139	2,0 1	27,9 9	91,2 31	80,7 27	90,9 30	5,7 2	298,4	
Лавролистный . . .	25 IV—7 IX 136	0,7 —	31,4 10	111,0 34	116,7 36	67,7 20	—	326,5	
Волосистоплодный . . .	29 IV—7 IX 132	0,1 —	27,7 9	114,0 35	122,4 35	62,7 20	2,2 1	319,1	
Вальзамический . . .	29 IV—6 IX 131	0,9 —	47,6 14	112,2 32	109,9 32	77,7 22	0,1 —	348,4	

\* В числителе — начало и конец периода роста, в знаменателе — всего суток.

\*\* В числителе — в сантиметрах, в знаменателе — в процентах.

В целом достигнутая тополями средняя высота побегов по группам соответствует длительности их роста: группа тополей из Ленинграда имеет среднюю высоту 284 см, из Москвы — 324, местные — 330 см. Однако прямой зависимости между достигнутой высотой побегов и длительностью периода роста не существует. Так, тополь пионер при 127 сутках роста достиг высоты 358 см, а тополь подмосковный при 139 сутках — 337 см, тополь китайский при 139 сутках роста — 298 см, а волосистоплодный — соответственно 132 и 319 см и т. д. Каждая географическая группа тополей, неоднородная по составу, содержит в себе как быстро, так и медленно растущие формы. Энергия роста тополей в высоту обусловливается, очевидно, не только происхождением, но и особенностями наследственности. Известно, что все другие медленно растущие древесные породы имеют значительно меньший период роста по высоте. В Тростянецком лесхоззаге Сумской области продолжительность роста в высоту географических культур сосны обыкновенной колеблется в пределах 40—60 дней (Гурский, Паттай, 1962). Период роста по высоте у дуба еще короче — 10—12 дней (Пятницкий, 1960).

Продолжительность роста по высоте тополей канадского, бальзамического, черного и душистого в Ленинграде равна 100—120 суткам (Богданов, 1949).

Рост медленно растущих пород в высоту в течение вегетационного периода заключается в основном в вытягивании клеточек всех структурных элементов будущего побега, заложенных еще осенью предыдущего года в почке. Непродолжительный рост побега заканчивается формированием новой верхушечной почки. Иногда при благоприятных условиях верхушечная почка, например у дуба, клена, вновь развивается в побег. У тополей после разверзания почек рост в высоту происходит не только за счет вытягивания заложенных раньше эмбриональных элементов побега, но и за счет постоянного создания в течение всего вегетационного периода элементов роста — стебля и листьев. Вот почему период роста у тополей продолжительный.

У медленно растущих древесных пород после прекращения роста по высоте одновременно с созданием верхушечной почки одревесневает весь побег, на его поверхности создается плотная пробковая перидерма. У тополей побег одревесневает постепенно, снизу, в то время как в верхней части он еще зеленый, а листья — различные по размерам в зависимости от времени роста. Верхняя часть побегов начинает одревесневать лишь в конце августа — начале сентября.

Медленно растущие породы большую часть прироста по высоте имеют непосредственно после разверзания почек в мае и частично в июне. Прирост по высоте у тополей наибольший в июне-июле. 7—13% общего прироста по высоте у различных тополей падает на май, 30—36% — на июнь, 27—37% — на

июль, 18—30% — на август, а у некоторых тополей 1—3% и на сентябрь. Тополя растут интенсивно на протяжении всего лета вплоть до сентября. Четверть общего прироста по высоте тополи имеют в августе. Этим фактом обосновывается необходимость проведения тщательных уходов за тополевыми культурами не только в первую, но и во вторую половину лета. Только при этом условии максимально будет использовано свойство тополей как быстрорастущих пород.

Наибольшие суточные приrostы по месяцам и наибольший общий прирост по высоте имели тополи краснонервный, пионер-

Таблица 9  
Суточный прирост тополей в высоту по месяцам

Вид тополя	Прирост в высоту за сутки, см							
	май		июнь		июль		август	
	средний	макси- мальн.	средний	макси- мальн.	средний	макси- мальн.	средний	макси- мальн.
Невский № 20/5 . . . .	1,1	4,1	3,2	5,9	3,7	6,3	2,2	5,9
Лавролистный × пирами- дальный (№ 64) . . . .	1,5	4,1	3,7	6,4	3,5	6,3	2,9	6,8
Канадский × душистый (№ 10) . . . . .	0,7	2,9	1,7	4,3	1,7	5,4	1,5	5,8
Ленинградский . . . . .	1,1	3,5	3,3	5,7	3,1	6,2	2,6	7,9
Канадский × лавролист- ный (без номера) . . . .	1,0	3,1	3,3	5,5	3,3	7,0	1,9	5,5
Канадский × лавролист- ный (№ 30/12) . . . .	1,0	3,7	2,8	5,0	3,0	6,3	2,6	5,0
Подмосковный . . . . .	1,2	3,6	3,8	7,0	3,1	7,2	2,8	6,5
Русский . . . . .	1,0	2,8	3,0	5,0	2,7	4,8	1,7	5,1
Пионер . . . . .	1,1	4,1	3,8	7,0	3,7	7,1	3,0	8,2
Мичуринец . . . . .	0,8	2,9	3,5	5,5	3,6	6,4	3,0	6,8
Краснонервный . . . . .	1,4	4,1	4,4	7,6	3,9	7,0	1,6	6,0
Китайский . . . . .	0,9	3,3	3,0	5,5	2,6	5,4	2,9	5,6
Лавролистный . . . . .	1,0	3,7	3,7	5,9	3,7	6,4	2,2	6,1
Волосистоплодный . . . .	0,9	3,7	3,8	6,5	3,6	5,9	2,0	5,7
Бальзамический . . . . .	1,5	4,5	3,7	6,1	3,5	6,4	2,5	6,6

пер, лавролистный × пирамидальный (№ 64), бальзамический и мичуринец, а наименьший — канадский × душистый (№ 10), русский, канадский × лавролистный (№ 30/12), канадский × лавролистный (без номера) и ленинградский. Среднесуточный прирост по высоте тополей первой группы был равен в мае 1,3 см, в июне — 3,8 см, в июле — 3,6 см и в августе — 2,6 см. а второй: в мае — 1,0 см, в июне — 2,8 см, в июле — 2,8 см и в августе — 2,1 см. Некоторые тополи (краснонервный, пионер, ленинградский, бальзамический и др.) в июле-августе имели среднесуточные приросты 3,5—4,4 см (табл. 9). Максимальный

суточный прирост по высоте тополи имели в июне, июле и августе.

Анализ изменений суточных приростов по высоте у различных тополей в течение вегетационного периода показал, что величина прироста у всех видов тополей находится в прямой зависимости от изменений среднесуточной температуры воздуха. Трогание почек тополей в рост началось в период со среднесуточной температурой воздуха 5—14° (22 IV—5 V). Прекратился рост в первой декаде сентября при среднесуточной температуре около 12°.

Сильный ветер (в 5—6 и больше баллов), как правило, снижал прирост у всех тополей. Влияние осадков и относительной влажности воздуха на прирост тополей по высоте в течение вегетационного периода сказывалось косвенно, через изменение температуры воздуха. В условиях опытного участка влаги в почве для тополей было достаточно в течение всего вегетационного периода. Именно это и характерно для полесья. Климат полесья УССР в целом характеризуется как влажный. Вот почему основным метеорологическим показателем, который существенно влияет на прирост тополей, здесь является температура воздуха.

Наблюдения за приростом по диаметру 6 видов гополей (крупнолистного, бальзамического, китайского, черного пирамидального, майского и позднего), а также дуба, березы, черной ольхи, осины, сосны и ели проведены в течение двух лет (1962 и 1963 гг.) в рядовых 12-летних посадках поселка Першотравневое Овручского района Житомирской области. Прирост измерялся путем обмеров через каждые 5 дней длины окружности на высоте 1,3 м у пяти деревьев каждой породы с точностью до 0,1 мм и последующим пересчетом на диаметр и вычислением среднего значения. Начало и конец роста деревьев по диаметру определялись путем ежедневных обмеров деревьев в предполагаемые декады начала роста в апреле и окончания роста в августе или сентябре. Условия местопроизрастания равнозначны описанным в предыдущем разделе. Все деревья нормально развиты, в рядах размещены через 4—5 м.

Первыми, как в 1962 г., так и в 1963 г., с наступлением более-менее устойчивой теплой погоды (вторая декада апреля) рост по диаметру начали сосна и ель. У лиственных пород, в том числе и у всех тополей, рост по диаметру начинается вслед за разверзанием листовых почек, т. е. раньше у бальзамических тополей, спустя несколько дней у черных — черного пирамидального и майского и позже всех у тополя позднего и рано распускающейся формы осины (табл. 10).

Динамика и продолжительность периода роста тополей и других пород по диаметру в течение вегетационного периода, как показывают результаты исследований, в значительной мере определяются погодными условиями. 1962 г. в полесье был по

Таблица 10

Прирост по диаметру тополей и некоторых других пород в течение вегетационного периода

Древесная порода	Год наблюдения	Период роста*	Диаметр лес-рельефов, мм**	Прирост по диаметру ***							
				апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Сосна . . . . .	1962	15 IV—15 IX	77,1	1,6	4,0	2,0	1,1	1,9	0,6	11,3	
		154	88,4	14	36	18	10	17	5	100	
Ель . . . . .	1962	18 IV—25 VIII	89,6	0,7	3,8	1,1	0,8	0,8	—	7,2	
		128	96,8	10	53	15	11	11	—	100	
Тополь крупно-листный . . . .	1962	16 IV—20 IX	72,9	0,8	2,5	0,7	1,8	1,3	0,5	8,1	
		158	81,0	10	32	8	22	22	6	100	
Тополь майский .	1962	20 IV—15 VIII	82,0	0,5	2,3	0,9	0,2	0,3	—	4,2	
		117	86,2	12	55	21	5	7	—	100	
Береза бородавчатая . . . .	1962	17 IV—15 IX	211,3	1,1	2,4	5,9	6,1	3,6	0,6	19,7	
		152	231,0	6	12	30	31	18	3	100	
Ольха черная . . .	1962	18 IV—25 IX	95,3	0,6	4,7	2,9	3,9	1,8	0,9	15,0	
		151	101,3	4	31	21	26	12	6	100	
Тополь бальзамический . . . .	1962	22 IV—25 VIII	194,2	1,0	4,8	5,7	3,0	0,5	—	14,1	
		125	209,2	7	32	38	20	3	—	100	
Тополь китайский . . . .	1962	10 IV—10 IX	197,4	1,2	4,4	4,8	4,1	1,3	1,0	16,7	
		145	214,1	7	26	28	25	8	6	100	
Тополь черный пирамидальный . . .	1962	21 IV—10 X	132,1	1,2	3,5	3,6	3,8	0,9	0,2	13,2	
		143	145,3	9	27	27	29	7	1	100	
Тополь черный пирамидальный . . .	1963	25 IV—15 VIII	146,2	1,0	4,2	4,0	1,1	0,3	—	10,6	
		112	156,8	9	40	38	10	3	—	100	
Тополь черный пирамидальный . . .	1963	25 IV—25 VII	127,0	0,2	4,8	3,9	2,0	—	—	10,9	
		91	137,9	2	44	36	18	—	—	100	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дуб летний ранний	1962	22 IV—20 IX	75,3	1,0	1,8	3,0	3,1	2,4	0,8	13,0
		152	88,3	8	14	30	24	18	6	100
	1963	26 IV—5 VIII	89,8	0,4	3,1	4,1	1,9	0,3	—	9,8
Осина . . . . .		101	99,6	4	32	42	19	3	—	100
	1962	23 IV—25 IX	86,2	1,0	2,8	6,2	4,5	3,1	1,5	19,1
		156	105,3	5	15	32	24	16	8	100
Тополь поздний .	1963	28 IV—30 VIII	106,6	0,3	4,3	5,0	4,8	11,0	—	14,5
		124	121,1	2	30	34	26	8	—	100
		133	251,3		23	31	27	8	11	100

\* В числителе — начало и конец периода, в знаменателе — всего суток.

\*\* В числителе — в начале вегетации, в знаменателе — в конце вегетации.

\*\*\* В числителе — в миллиметрах, в знаменателе — в процентах.

многим метеорологическим показателям близким к средним многолетним данным, а 1963 г. — исключительно засушливым. В течение вегетационного периода выпало лишь 44% средней многолетней нормы осадков, особенно мало их было в апреле, июне, июле, сентябре и октябре. Среднемесячная температура воздуха вегетационного периода была выше против средней многолетней на 1,4°, недостаточной была и относительная влажность воздуха. Засуха 1963 г. резко снизила приросты по диаметру у всех пород и сократила общую длительность периода роста. В обычный по влажности для полесья 1962 г. продолжительность роста была почти одинаковой у всех пород: у тополей — 143—156 суток, у остальных пород — 151—160 суток. Таким образом, все породы по диаметру росли примерно 150 суток, т. е. с начала разверзания почек весной до массового пожелтения и опадания листьев осенью. Все породы закончили рост по диаметру во второй декаде сентября, кроме осины и черной ольхи, закончивших рост 25 сентября.

В засушливый 1963 г. период роста по диаметру резко сократился, в среднем на 21—31 день у тополей, на 32 дня у осины, на 26 дней у сосны, на 31 день у черной ольхи и на 41—51 день у березы, ели и дуба. Лишь тополь поздний продолжал расти по диаметру до 10 сентября.

Примерно половина (47—61%) всего прироста по диаметру у тополей падает на июнь-июль в 1962 и 1963 гг., 5—11% — на апрель, 12—27% — на май. Засуха 1963 г. резко снизила прирост тополей в августе — от 7—20 в 1962 г. до 2—8% в 1963 г. В сентябре 1962 г. прирост по диаметру у тополей был равен 1—8% общего прироста, в 1963 г. его вовсе не было. Исключением является тополь поздний, который и в сентябре 1963 г. имел 11% прироста по диаметру.

Сосна и ель наибольший прирост по диаметру имели в мае. Анализ приростов по диаметру по пятидневкам показывает наличие у сосны и ели некоторого увеличения по диаметру в августе. В 1962 г. в мае-июне сосна имела 54% общего прироста по диаметру, ель — 40, а в засушливом 1963 г. — соответственно 68 и 76%. Дуб, ольха и береза в 1962 г. в мае-июне имели 44—43 и 52% общего прироста по диаметру, а в 1963 г. — соответственно 74—58 и 71%.

Влияния среднесуточной температуры воздуха на прирост тополей и других пород по диаметру не установлено, возможно, из-за отсутствия ежедневных учетов приростов. Недостаточное количество осадков в течение вегетационного периода резко снизило общий прирост всех пород по диаметру и сократило период их роста.

### Влажность заболонной и ядровой древесины в течение года

Очень важным специфическим биологическим свойством тополей, обуславливающим их высокую продуктивность, является влажность заболонной и ядровой древесины. Известно, что заболонь у всех древесных пород играет большую физиологическую роль. В ней расположены проводящие сосуды, посредством которых растение из почвенного раствора получает все необходимые элементы пищи. Влажность заболонной древесины колеблется в значительных пределах (от 30 до 120%) в течение года и даже в течение одних суток (Вихров, 1954). При этом минимальную влажность заболонная древесина имеет, как правило, в июле-августе, а максимальную — в январе-феврале. Она является своеобразным запасным резервуаром воды для растения.

Влажность ядровой древесины у ядровых и спелой у спелодревесных хвойных пород близка к точке насыщения волокон, равной для различных древесных пород примерно 30%. Она в 2—3 раза меньше влажности заболони и в течение года колеблется в очень узких пределах — от 35 до 50%. На этом основании был сделан вывод о том, что ядровая древесина не принимает участия в процессах водообмена дерева (Тольский, 1913). Распределение влажности в ядре и заболони хвойных перенесено на ядровые породы вообще, в том числе и на лиственные. Поэтому предполагалось, что вода ядровой древесины лиственных пород также не участвует в процессах влагообмена (Иванов, 1946).

В. А. Баженов и В. Е. Вихров (1948, 1949) по образцам, взятым в августе, показали, что влажность ядра древесины дуба, ильма, вяза и других лиственных пород не имеет резкого отличия от влажности заболони и может находиться с ней во всевозможных соотношениях, т. е. быть равной, несколько мень-

ше и даже существенно большей. Они обнаружили и сезонные изменения влажности древесины по поперечному сечению ствола. Это позволило авторам высказать предположение об участии «ядерной воды» в процессах водообмена и об осуществлении ядром функции резервуара воды. Позже В. А. Баженов (1952) экспериментально доказал возможность передвижения воды в стволе дерева дуба через стенки сосудов и годичные слои, т. е. по поперечному сечению ствола, и изменения влажности ядра. Наличие «боковой проводимости» в радиальном и тангенциальном направлениях было доказано еще раньше опытами по проводимости подкрашенных жидкостей в ветвях и стволах с поперечными надрезами.

Таблица 11

Влажность заболонной и ядровой древесины тополей, % на абсолютно сухой вес

Вид тополя	Заболонь			Ядро		
	$M \pm m$	$P$	$V$	$M \pm m$	$P$	$V$
Майский . . . . .	$64 \pm 0,6$	1	18	$156 \pm 1,7$	1	22
Поздний . . . . .	$73 \pm 1,0$	1	9	$199 \pm 2,6$	1	7
Мощный . . . . .	$71 \pm 2,2$	3	19	$140 \pm 3,4$	2	13
Бальзамический . . . . .	$86 \pm 2,4$	3	16	$184 \pm 4,5$	2	10
Китайский . . . . .	$63 \pm 1,3$	2	10	$153 \pm 2,0$	1	7
Осокорь . . . . .	$63 \pm 2,1$	3	20	$163 \pm 4,2$	3	15
Белый . . . . .	$81 \pm 1,9$	2	17	$107 \pm 5,0$	5	30

В 1961—1962 гг. нами была установлена большая разница во влажности заболонной и ядровой древесины тополей. При этом образцы древесины в количестве 1392 были взяты в июне-июле 1961 г. с 57 средних модельных деревьев в пойменных 20—30-летних насаждениях, а результаты определений были обработаны методами вариационной статистики. Влажность ядровой древесины 6 различных видов тополей при этом была в 2,0—2,4 раза выше влажности заболони. Резко отличается от других тополей лишь белый тополь: у него влажность ядровой древесины выше влажности заболони в 1,3 раза (табл. 11).

Большая влажность ядровой древесины и изменение ее по радиусу ствола, как это видно из данных табл. 11 и 12, указывают на значительную роль ядровой древесины в водообеспечении растущего дерева.

В течение 20 месяцев с марта 1963 г. по октябрь 1964 г. мы провели изучение влажности заболонной и ядровой (или спелой) древесины у 13-летних деревьев 6 видов тополей и 5 других древесных пород. Деревья отобраны в озеленительных посадках поселка Первотравневого Овручского района Житомирской области. Почва дерново-среднеподзолистая супесчаная,

глееватая, подстилаемая овручскими кварцитами. Условия местоизрастания соответствуют влажному сугрудку. Образцы древесины брали 10 числа каждого месяца с 9 до 12 часов дня буравом Пресслера на высоте 1,3—1,5 м с трех деревьев в трехкратной повторности. Каждый образец диаметром 0,4 и высотой 8—9 см по цвету разделяли на заболонную и ядровую части и взвешивали на аналитических весах с точностью до

Таблица 12

Влажность древесины тополя по радиусу ствола

Тип условий местоизрастания	Показатели	Расстояние от периферии в долях радиуса ствола, %						
		заболонь		ядровая древесина				
		10—20	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	85—95
D <sub>3</sub>	M ± m P	59 0,8 1,5	162 8,0 5	163 7,8 5	167 3,6 2	176 13,6 8	187 11,0 6	167 8,5 5
D <sub>4</sub>	M ± m P	57 1,1 2	178 2,8 2		170 8,8 5	155 2,8 2		147 6,0 4

0,001 г. Образцы древесины ольхи, березы и сосны, которая к 13 годам еще не имела ядровой части, разделяли на наружную и внутреннюю равные части. Затем их высушивали в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5^\circ$  до постоянного веса, контролируемого повторными взвешиваниями.

Исследования показали, что у всех тополей и других древесных пород влажность заболонной и ядровой, или спелой (внутренней), древесины в течение года колеблется в значительных пределах. Влажность заболони в течение 20 месяцев у тополей колебалась от 24 до 172%, а ядра — от 29 до 294%, амплитуда колебаний соответственно равна 148 и 265%. Амплитуды колебаний влажности древесины других древесных пород значительно меньшие (%):

	Тополи	Сосна	Ольха	Осина	Береза	Дуб
Заболонь . . . . .	148	164	87	72	57	54
Ядро . . . . .	265	100	97	116	104	74

Резко выделяется лишь сосна. Влажность ее заболони в течение года колебалась от 55 до 219%, амплитуда колебаний равна 164%, т. е. больше, чем даже у тополей. У всех древесных пород без исключения минимальная влажность заболони и ядра была в летние месяцы (июль—август), а максимальной — в зимние (декабрь — февраль). При этом показатели минимальной влажности заболонной и ядровой древесины близки

между собой и равны примерно 24—38% у тополей и 31—46% у других пород. Это примерные величины связанной воды в древесине, соответствующие точке насыщения древесных волокон. Вся остальная (капиллярная) вода в древесине стволов является мобильной в течение года.

Существенные колебания влажности древесины даже в зимние месяцы говорят о том, что процесс водообмена в деревьях всех древесных пород, т. е. приход (всасывание) и расход (транспирация), происходит круглогодично. В осенне-зимний период приход превышает расход воды и она накапливается в заболони и особенно в ядровой древесине, а в весенне-летний, напротив, расходуется почти полностью ввиду превышения расхода над приходом.

В период наблюдений лишь дважды — в апреле и мае 1964 г. — влажность ядровой древесины и тополей была меньше, чем заболонной, в среднем на 10—20%. Это явилось следствием летне-осенней засухи 1963 г., отрицательно повлиявшей на накопление воды в древесине всех пород зимой 1963—1964 гг. Предшествующий 1962 г. был в полесье влажным, за год выпало 627,5 мм осадков, что составило 114% от средней многолетней нормы. 1963 г. был сухим и теплым. За вегетационный период выпало осадков лишь 45% средних многолетних данных. Особенно сухими были апрель — июль и сентябрь—октябрь. Сухой была и первая половина 1964 г.

Значительно большее превышение влажности ядровой древесины над влажностью заболони у тополей, чем у других древесных пород, свидетельствует и о значительно большей ее роли в процессах водообмена дерева. За исключением упомянутых выше месяцев 1964 г. влажность ядра во все сроки была в 1,2—2,3 раза большей, чем влажность заболони. У других пород такое превышение было значительно меньшим, в пределах 16—40%. У сосны обыкновенной влажность внутренних слоев заболони по данным за 12 месяцев в среднем на 20% меньше, чем наружных ее слоев. Это, по-видимому, связано с начавшимся процессом ядрообразования, в результате которого все больше и больше водопроводящих сосудов закупоривается тиллами и выключается из системы.

О большой роли мобильной воды ядровой древесины в водобеспечении деревьев тополя свидетельствуют вычисленные нами ее запасы в тоннах на один гектар насаждения (табл. 13). Расчеты сделаны на основании запасов стволовой древесины без коры (из наших таблиц хода роста), соотношения заболонной и ядровой древесины по средним модельным деревьям, объемного веса абсолютно сухой древесины, равного, по нашим данным,  $0,516 \text{ г}/\text{см}^3$ , и средних процентов влажности заболонной и ядровой древесины майского тополя в июне-июле 1961 г.

В условиях сырой дубравы общий запас мобильной воды в стволов насаждения тополя увеличивается от 55 т/га в 10 лет

Таблица 13

## Запас мобильной воды в стволовой древесине тополевых насаждений

Тип условий местопро- израстания	Возраст, лет	Запас мобильной воды					
		заболонь		ядровая древесина		всего	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
D <sub>4</sub>	10	40	72	15	28	55	100
	15	57	56	45	44	102	100
	20	70	50	71	50	141	100
	25	80	44	102	56	182	100
	30	78	34	152	66	230	100
D <sub>3</sub>	10	31	64	18	36	49	100
	15	40	50	40	50	80	100
	20	55	53	49	47	104	100
	25	68	57	50	43	118	100
	30	56	35	104	65	160	100
D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> C <sub>3</sub> B <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	35	71	31	159	69	230	100
	20	70	50	71	50	141	100
	20	55	53	49	47	104	100
	20	40	58	29	42	69	100
	20	34	73	12	27	46	100
	20	10	75	4	25	14	100

до 230 т/га в 30 лет. При этом доля воды заболони уменьшается от 72 до 34%, а ядра, напротив, увеличивается от 28 до 66%. Таким образом, уже после 20-летнего возраста роль ядро-вой древесины в водообеспечении деревьев больше роли заболони. Аналогичная картина наблюдается и в тополевых насаждениях влажной дубравы. При этом абсолютные величины запасов воды меньшие. С ухудшением плодородия условий местопроизрастания резко уменьшаются общие запасы мобильной воды в древесине тополей: в 20-летнем возрасте от 141 т/га в D<sub>4</sub> до 14 т/га в B<sub>2</sub>. Относительное участие ядра в водообеспечении дерева водой также снижается от 50% в D<sub>4</sub> до 25% в B<sub>2</sub>. Как известно, при этом резко снижаются энергия роста тополей и общая продуктивность их насаждений. Это свидетельствует о том, что ядро-вая древесина в ствалах деревьев тополей играет не меньшую, а в условиях D<sub>4</sub> и D<sub>3</sub> после 20 лет даже большую, чем заболонь, роль в обеспечении дерева водой вместе с растворенными в ней элементами минеральной пищи. Чем больше объем ядра в дереве, тем больший оно представляет собой запасной резервуар влаги.

Наши данные показывают также, что по крайней мере в молодых деревьях и других древесных пород ядро-вая и спелая древесина также принимает участие в процессах водообмена, однако в значительно меньшей мере, чем ядро-вая древесина тополей.

Несомненно, что большая энергия в продолжительный период роста тополей и в целом их высокая продуктивность связаны со значительно большим, чем у других древесных пород, приходом, запасом и расходом воды, обусловленным в значительной мере активным участием ядровой древесины в обеспечении дерева водой (особенно в периоды ее недостатка в почве), во время наиболее энергичного роста тополей по диаметру и высоте.

### Вегетативное возобновление

Большинство тополевых пней поражаются гнилью и в значительной мере сгнивают на лесосеках в течение 5—6 лет. На пробных площадях 1—4 в зависимости от возраста лесосеки количество пней, разрушенных или пораженных гнилью, было равно: 2 года — 24%, 4 года — 33%, 5 лет — 62% и 7 лет — 100%. При зимней рубке насаждения тополя мощного через пять лет все пни были с гнилью, а при летней — лишь 58%. При обследовании пней в год рубки насаждения большинство их (96%) были здоровыми. Лишь 1—4% пней от общего их количества были с гнилью на лесосеках тополей серого и майского. Это свидетельствует в какой-то мере и о незначительной зараженности бывших древостоев сердцевинной гнилью.

Большинство пней тополя дают в первый же год после рубки обильную пневую поросль. Однако у тополей белого и сереющего пневая поросль развивается слабо, маложизнеспособная и в течение первых лет, как правило, гибнет. В зависимости от возраста лесосек установлен следующий процент пней с порослью от общего их количества: 2 года — 73%, 4 года — 43%, 5 лет — 8%, 7 лет — 16%. Тополи белый и сереющий дают после рубки обильное количество отпрысков. Отпрыски белого тополя энергично растут и часто появляются на значительных расстояниях (до 50 м) от родительского дерева.

В культурах евроамериканских гибридов после зимней рубки 80—100% пней дают обильную жизнеспособную поросль. Рубка деревьев летом резко снижает порослевую способность тополевых пней. На пробной площади 7 поросль дали только 17% пней, а рост и состояние ее были значительно худшими, чем на лесосеках зимней рубки. Через пять лет после рубки среднее количество порослевых побегов на пнях зимней рубки было равно 20 шт., средняя высота — 327 см, а при летней рубке — соответственно лишь 7 шт. и 272 см. Отпрысков на лесосеке евроамериканских тополей появляется значительно меньше, чем на лесосеках белого и сереющего тополей.

Как видно из данных табл. 14, естественное возобновление насаждений тополя почти во всех случаях является хорошим или удовлетворительным. Естественные насаждения с преобладанием тополя белого на пробных площадях 1—3 хорошо во-

Таблица 14

## Характеристика естественного возобновления лесосек

Номер пробной площади	Естественное возобновление на 1 га									Колич. пней с порослью, % от общего колич.
	отпрыски тополей	ольха	береза	дуб	граб, ясень, клен	тополь	всего	кустарники, кустов поросли		
1	18 300	—	—	100	—	39	100	710	43	
2	18 100	—	—	—	11	38	18339	49	73	
3	14 960	—	—	183	—	—	18198	580	8	
4	4133	—	—	—	—	25	14968	1020	16	
5	35 625	—	—	1250	625	—	4291	3125	81	
6	1875	—	—	4375	—	620	1875	1250	100	
7	1740	—	230	—	—	576	36245	190	17	
8	—	—	—	60	—	80	230	—	100	
9	770	—	—	170	35	—	1880	671	100	
				—	—	425	1720	1195		

П р и м е ч а н и е. В числителе — количество семенных всходов, в знаменателе — кустов поросли.

зобновились за счет появления отпрысков тополей белого, се-реющего и частично черного. Кроме этого, на лесосеках имеется незначительное количество торчков дуба, кустов поросли тополей и других древесных пород. Недостаточное количество отпрысков на пробной площади 4 восполняется кустами поросли черной ольхи (133 шт./га) и тополей (25 шт./га). В целом возобновление можно считать и на этой лесосеке удовлетворительным. Однако вследствие небольшой полноты срубленных насаждений и неравномерного распределения деревьев на пло-щади размещение появившихся отпрысков и пневой поросли также является неравномерным. На лесосеках нередко участки с очень хорошим и обильным возобновлением чередуются с со-вершенно свободными от возобновления задернелыми прогали-нами.

Таким образом, при общем хорошем или вполне удовлетво-рительном, но неравномерном возобновлении на таких лесосе-

ках целесообразны частичные тополевые или вербовые культуры и ранние рубки ухода.

Если все пни на лесосеке дали хорошую поросль, возобновление можно считать хорошим. С этой точки зрения все лесосеки зимней рубки из-под культур тополей возобновились хорошо. Кроме кустов поросли, на лесосеках имеются отпрыски тополей, а на пробной площади 5, где в срубленном насаждении встречалась осина, очень много и отпрысков осины. От окружающих стен леса на лесосеках имеется небольшое количество всходов ясеня, граба, клена остролистного и березы.

Таблица 15

Характеристика третьего порослевого насаждения тополя

Год изучения	Возраст, лет	Средние		Колич. деревьев на 1 га	Стволовая древесина, м <sup>3</sup> /га		
		диаметр, см	высота, м		запас	средний прирост	ежегодный текущий прирост
1957	20	28,3	22,8	686	356	17,8	
1962	25	35,5	26,4	587	509	20,4	30,6
1968	31	42,7	29,6	566	717	23,1	39,9
1972	35	46,8	31,4	529	850	24,3	33,2

В оптимальных для тополя лесорастительных условиях (влажных и сырых грудах) целесообразно выращивание второго и даже третьего порослевого поколения тополя. Примером этого может служить изученное нами в 1957, 1962, 1968 и 1972 гг. насаждение тополя майского в Россошинском лесничестве Полтавского лесхоззага. Оно было создано в 90-е годы прошлого века на дне балки с наносной легкосуглинистой влажной богатой почвой. Тип условий местопроизрастания соответствует влажному груду ( $D_3$ ). Размещение посадочных мест  $2 \times 6$  м. Впервые насаждение было срублено в 1916 г., вторично — зимой 1936/37 г. По свидетельству местных жителей во время рубки насаждения в 1936/37 г. средний диаметр его был равен примерно 30 см, а высота 25—26 м. По результатам закладки пробной площади третье порослевое поколение имело следующую характеристику (табл. 15). Показатели текущего прироста свидетельствуют о еще большой энергии роста, хорошей даже для насаждения первой генерации.

Количество и рост порослевых и отпрысковых побегов у различных видов тополя неодинаковы (табл. 16). Порослевые побеги осокоря и тополя белого примерно в 1,5 раза превышают по высоте одновозрастные с ними отпрыски. На одной и той же лесосеке отпрыски тополя сереющего имели значительно большую высоту, чем отпрыски тополя белого. У тополя мощного пятилетние порослевые побеги превышают одновозрастные с ними отпрыски на лесосеке зимней рубки в 3,3 раза,

Таблица 16

## Характеристика поросли и отпрысков тополя и осины

Номер пробной площади	Вид тополя	Колич. побегов на 1 га			Среднее колич. порослевин на га	Возраст, лет	Средняя высота, см	Средний диаметр на высоте 5 см от грунта, см
		здоровых	усохших	всего				
1	Тополь белый отпрысковый	14 800	1900	16 700	11	4	97	0,9
	Тополь сереющий отпрысковый	3500	—	3500	—	4	149	1,3
	Тополь белый порослевой	3300	22	3322	—	4	141	1,3
2	Осокорь отпрысковый	4800	—	4800	9	2	105	0,9
	Осокорь порослевой	800	900	1700	—	2	150	1,1
	Тополь белый отпрысковый	13 300	300	13 600	—	2	145	1,2
3	Осокорь отпрысковый	14 800	—	14 800	—	5	373	2,6
	Тополь белый отпрысковый	13 480	—	13 480	—	5	333	2,6
4	Осокорь отпрысковый	133	—	133	—	7	360	2,5
	Тополь белый отпрысковый	3724	2926	6650	—	7	530	4,1
5	Осина отпрысковая	35 625	—	35 625	—	1	50	0,6
	Тополь мощный порослевой	66 340	—	66 340	107	1	49	0,5
6	Тополь мощный отпрысковый	1875	—	1875	—	5	100	1,0
	Тополь мощный порослевой	11 250	—	11 250	20	5	327	2,7
7	Тополь мощный отпрысковый	1630	—	1630	—	5	150	2,1
	Тополь мощный порослевой	560	—	560	7	5	229	2,2
8	Тополь евроамериканский серый порослевой	3400	—	3400	20	1	103	0,3
	Тополь бальзамический порослевой	460	—	460	46	1	43	0,5
	Тополь китайский порослевой	40	—	40	4	1	115	0,6
9	Тополь майский порослевой	14 025	—	14 025	33	1	130	1,1
	Тополь белый отпрысковый	300	—	300	—	1	125	1,3
	Осина отпрысковая	470	—	470	—	1	105	1,2
10	Осина порослевая	550	—	550	10	1	25	0,4
	Осина отпрысковая	210 000	—	210 000	—	1	110	0,8

а на лесосеке летней рубки — в 1,5 раза. Отрицательное влияние летней рубки при этом оказывается значительно больше на количестве и росте порослевых побегов, чем отпрысковых.

Так, по сравнению с лесосекой от зимней рубки на лесосеке летней рубки, помимо резкого уменьшения количества пней с порослью, общее количество порослевых побегов уменьшилось в 20 раз, а отпрысковых — лишь на 90%. Высота отпрысков при этом даже увеличилась на 50 см, а порослевых уменьшилась на 98 см. По-видимому, для успешного появления корневых отпрысков время года главной рубки материнского насаждения не имеет существенного значения.

Поросль осины, возникающая из придаточных почек каллуса, как по количеству, так и по своему росту значительно уступает отпрыскам и не может играть существенной роли в естественном возобновлении.

Результаты исследований показывают, что чем большая у того или иного вида тополя порослевая способность, тем меньшая способность образовывать корневые отпрыски, т. е. чем больше сохраняется спящих почек у основания ствола, тем меньше образуется придаточных почек на корнях. При этом у тополей с хорошей порослевой способностью хорошо укореняются и стеблевые черенки за счет имеющихся корневых зачатков. Так, у осины лишь незначительное количество пней дает поросль, но не из спящих, а из придаточных почек каллуса. На пробной площади 10 из общего количества вегетативных побегов лишь 0,26% были порослевыми. Стеблевые черенки осины обычно не укореняются. Вегетативное размножение осины происходит за счет обильного появления корневых отпрысков из придаточных почек. Тополи белый и сереющий значительно чаще, чем осина, дают хорошую пневую поросль и не только за счет придаточных почек каллуса, но и за счет имеющихся спящих почек. Так, на площади 1 поросль имели 43% пней, а из общего количества появившихся побегов порослевых было уже 14%. Черенки тополей белого и сереющего очень плохо или совсем не укореняются в открытом грунте. На площади 2 хорошую поросль имеют 73% пней осокоря, количество порослевых побегов равно 35% от общего количества вегетативных побегов. Известно также, что примерно половина встречающихся деревьев осокоря имеет хорошую или среднюю укореняемость стеблевых черенков. Наконец, на площади 6, где было срублено насаждение евроамериканского мощного тополя, все 100% пней имеют хорошую поросль, количество порослевых побегов в 6 раз больше количества отпрысков, а укореняемость стеблевых черенков очень хорошая.

# РОСТ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТОПОЛЕЙ С ДРУГИМИ ПОРОДАМИ В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ

Характеризуя тополи как самые высокопродуктивные древесные породы умеренной зоны, обычно имеют в виду продуктивность чистых насаждений. В странах с интенсивной культурой тополей (Италия, Франция, Испания, Югославия) преобладают простые чистые насаждения, так как ввод любой другой менее продуктивной, чем тополи, породы неизбежно снизил бы общую продуктивность культур.

На Украине до последнего времени создавались также преимущественно чистые тополевые насаждения. Однако выращиваются они, как правило, традиционными методами культуры насаждений других древесных пород, при решении вопроса о составе которых лесоводы издавна отдают предпочтение смешанным насаждениям, как наиболее устойчивым, высокопродуктивным и лучше использующим среду. В связи с этим к настоящему времени в республике накоплен ценный опыт выращивания не только чистых, но и смешанных насаждений тополей с другими древесными породами.

## Экологическая совместимость различных видов тополей

В научной литературе известны данные, свидетельствующие о том, что в Западной Европе насаждения, состоящие из смеси клонов тополей, более продуктивны и биологически более устойчивы, чем чистые одноклоновые или одновидовые (табл. 17).

Значительная часть чистых тополевых культур на Украине состоит из смеси различных видов и гибридов тополей. Смешанными насаждения тополя оказались в результате случайного подбора посадочного материала и его размещения при создании культур. По данным пробных площадей нами проведен анализ роста и продуктивности различных тополей в 87 массивных и 81 линейном насаждениях. Ввиду отсутствия, как правило, надежного контроля оценка взаимодействия различных тополей или их биологической совместимости, дана на основании энергии роста по соотношению достигнутых ими средних диаметров, высот и объемов стволов в зависимости от участия тополя-компоненты в составе насаждения по количеству деревьев и запасу стволовой древесины. Выражение важнейших таксационных показателей в относительных величинах — в процентах от соответствующих величин тополя-компонента — позволило оценить взаимодействие тополей в зависимости от одного показателя — степени участия тополя в насаждении независимо от густоты, возраста и даже условий местопроизрастания.

Анализ и сопоставление роста тополей позволили сделать следующие выводы:

1. Неприемлемыми из-за большой разницы в энергии роста являются следующие комбинации смешения тополей: майского с поздним, майского с вербой, мощного с белым, мощного с китайским и черного пирамидального с тополем Болле.

2. Белый и черный тополи, хотя и имеют различную энергию роста, однако в естественных насаждениях, как правило, произрастают совместно, т. е. эта комбинация смешения выработана самой природой. Тем не менее увеличение доли участия

Таблица 17

Суммарный прирост культур тополя по видам тополей

Вид тополя	Колич. участков	Ежегодный прирост древесины, м <sup>3</sup> /га		
		минимальный	средний	максимальный
P. 'marilandica'	6	6,2	7,8	11,2
P. 'regenerata'	5	7,3	9,6	13,5
P. 'virginiana'	3	7,0	11,1	13,8
P. 'canadensis'	5	6,3	12,2	15,2
P. 'robusta'	15	4,8	12,7	20,0
I-214	5	4,8	14,8	31,3
Смесь клонов	13	4,8	16,5	30,0

в насаждении более энергично растущего осокоря за счет белого тополя повышает общую продуктивность насаждения. При этом оптимальным составом смешанных насаждений белого и черного тополей является 6—8 единиц осокоря и 4—2 единицы белого. К формированию такого состава и следует стремиться при создании культур и проведении рубок ухода в естественных насаждениях этих тополей.

3. Неприемлемыми не только из-за различной энергии роста, но и из-за взаимного отрицательного влияния являются комбинации смешения тополей: майского с китайским, майского с бальзамическим, майского с берлинским, майского с черным пирамидальным.

4. Нежелательно и смешение тополей майского с канадским и китайского с черным пирамидальным, обладающих примерно одинаковой энергией роста, но отрицательно влияющих друг на друга. Даже обладающий значительно меньшей, чем у майского, энергией роста поздний тополь угнетающе влияет на бальзамические тополи — китайский и особенно крупнолистный, поэтому совместное его выращивание с ними также нежелательно.

5. Желательными для выращивания высокопродуктивных насаждений являются комбинации смешения тополей: майского с тополем регенерата и майского с мощным.

## Рост и взаимодействие тополей с черной ольхой

Тополь является нитрофосфорофильной древесной породой (Погребняк, 1955; Слухай, 1965). Наш небольшой опыт выращивания сеянцев тополей в песчаной культуре вегетационным методом подтверждает эту характеристику. Для опыта были взяты выращенные нами сеянцы тополей майского, осокоря и черного пирамидального с двумя-тремя первыми листочками. В качестве удобрения использована смесь Д. Н. Прянишникова с уменьшением рекомендуемых доз питательных веществ на 50% из-за опасения повысить осмотическое давление. В основу опыта был положен принцип исключения одного из элементов питания. Повторность в опыте трехкратная. Результаты опыта показали, что все тополи наилучший рост имели в вариантах полной смеси NPK и NP. Абсолютно сухой вес сеянцев в этих вариантах был большим, чем на контроле, в 14 раз у тополя майского, в 13—22 раза у осокоря и в 10—19 раз у черного пирамидального. Что же касается комбинаций PK и NK, то здесь рост тополей в опыте лишь незначительно превосходит контроль, а чаще даже меньше, чем на контроле.

Полное отсутствие одного из элементов питания (в данном случае почти везде фосфора) отрицательно сказывается на возможности использования другого элемента. Непременным условием высокого действия азотных удобрений является достаточное снабжение растений влагой и наличие необходимого количества всех других питательных веществ, в особенности фосфора. Отсутствие фосфора отрицательно сказывается прежде всего на росте корней сеянцев.

Опыты выращивания тополей с удобрениями, проведенные во многих странах, показали, что тополи являются одной из самых отзывчивых пород на повышение уровня минерального, особенно азотного питания. По потреблению важнейших элементов питания — азота, фосфора и калия тополь стоит на первом месте среди всех других наших основных древесных пород. В долине р. По (Италия) наибольшую продуктивность тополевых насаждений получают при условии внесения в почвы 800—1000 кг суперфосфата, 200—400 кг сульфата аммония и 250—400 кг калийной соли на гектар.

Однако производительность тополевых насаждений в наибольшей степени зависит от обеспеченности азотом, так как именно этот элемент (а не фосфор и калий) обычно претерпевает наибольшие количественные колебания в почвах, на которых выращиваются или произрастают естественно тополи. Известно, что и в сельском хозяйстве проблема удобрений — это прежде всего проблема азота.

Проблему азота при выращивании высокопродуктивных тополевых насаждений, а по нашему глубокому убеждению и многих других древесных пород, может решить умелое широ-

кое использование черной ольхи, в симбиозе с которой микрорганизмы (поселяясь на ее корнях) в громадных количествах связывают молекулярный азот атмосферы. Этот вывод обоснован нашими многолетними исследованиями взаимодействия тополей с черной ольхой.

Обычно черная ольха растет на достаточно увлажненных и даже заболоченных местах, образуя высокопродуктивные чистые древостои. Типичными условиями местопроизрастания черноольховых насаждений являются мокрые и сырье дубравы, сугрудки и субори. Здесь формируются ольшатники: крапивные, таволговые, осоковые, осоко-тростниковые и др. Часто ольха растет в смешанных насаждениях с береской, осиной, дубом.

Черная ольха очень требовательна к богатству и влажности почв. Однако как второстепенную или временную породу ее можно выращивать практически на любых почвах, даже сухих песчаных, и на совершенно бесплодном субстрате — гравии и песке, но при близком залегании грунтовых вод.

По светолюбию черная ольха занимает в шкале пород среднее место. Ствол ее хорошо очищается от сучьев. Однако в раннем возрасте она может переносить заметное отенение. Не усыхает она и будучи угнетенной под пологом тополевого насаждения до 15—20-летнего возраста.

Черная ольха — порода сравнительно холостойкая, однако на осушенных торфяниках в полесье УССР до 3—5-летнего возраста она иногда повреждается поздневесенними заморозками.

Почвоулучшающая роль черной ольхи давно известна лесоводам. На ее корнях уже с первого вегетационного периода образуются клубеньки, превращающиеся с возрастом в крупные (до 10—15 см в диаметре) грозевидные деревянистые желваки. Впервые они были обнаружены М. С. Ворониным в 70-х годах прошлого столетия. Желваки на корнях черной ольхи играют такую же роль, как и клубеньки на корнях бобовых растений. Клубеньки на бобовых, как правило, функционируют всего лишь один вегетационный период. У черной ольхи клубни-желваки являются многолетними образованиями, и функционируют они (по нашим наблюдениям) не менее 8—10 лет.

Изучению клубеньков на корнях черной ольхи посвящена обширная литература (Bond e. a., 1954, 1956; Davenport, 1960; Мишустин, Шильникова, 1968, и др.).

Таксономическое положение эндофитов (возбудителей) образования желваков на корнях черной ольхи до сих пор остается невыясненным. Одни исследователи относят его к актиномицетам, другие — к грибам или бактериям. По-видимому, инфекция корневой системы черной ольхи является смешанной, и в ней принимают участие по крайней мере два эндофита. О полиморфной природе эндофита черной ольхи свидетель-

ствуют и установленные три стадии его развития — септированные гифы, везикулы и бактериоподобные клетки, а также наличие двоякого рода гифов — тонких и толстых, принадлежащих соответственно актиномицетам и гифомицетам.

Заражение ольхи эндофитом почти всегда происходит через корневые волоски в клетках первичной кольцевой паренхимы, а также через поврежденные и неповрежденные клетки коры корня, особенно в местах отхождения боковых корней. Признаком начального заражения, как и у боковых, является искривление, скручивание и ветвление корневых волосков. Оно начинается через 4—5 дней после инфекции и может быть замечено



Рис. 2. Желваки на корнях черной ольхи.

невооруженным глазом. Незараженные корневые волоски остаются прямыми.

Внедрившийся в ткань коры эндофит приводит к ограничению деления меристемы. Развивающийся в то же время из участка перицикла вблизи очага инфекции боковой корень, проталкиваясь через инфекционную область коры, видоизменяется и инфицируется. Возникает первый клубенек в виде желто-розовой почки. Период от момента заражения корня до образования клубеньков у ольхи исчисляется 3—15 месяцами. В результате многократного ди- и трихотомического деления вершинок и очень замедленного ежегодного их роста возникает клубенек или желвак, который при старении покрывается перидермой с хорошо развитым пробковым слоем. Каждая отдельная веточка видоизмененного корня с момента ее образования имеет розовато-коричневую «почку» или отдельны

собственный клубенек, в котором находятся микроорганизмы, фиксирующие молекулярный азот. С возрастом количество «почек» увеличивается, они уплотняются, желвак приобретает шаровидную форму. Нами установлены две разновидности желваков, отличающиеся друг от друга плотностью размещения их ответвлений. Одни очень плотные, с очень маленьким ежегодным приростом стебельков «почек», другие — рыхлые, с ежегодным приростом стебельков в 2—3 раза большим, чем в первом случае. В рыхлый желвак набивается больше почвы, чем в плотный. Вершинка каждой такой «почки» желвака через лабиринт ответвлений связана с проводящей системой корня черной ольхи. Таким образом, желваки на корнях черной ольхи представляют собой инфицированные эндофитом гипертрофированные боковые корни (рис. 2).

В различных насаждениях черной ольхи мы встречали желваки различной окраски — светлые розовато-желтые в молодых 6—8-летних культурах и темные розовато-коричневые и коричневые в более старых. Возможно, это является следствием различного возраста насаждений или принадлежности их к различным штаммам микроорганизмов. У бобовых растений установлены активные и неактивные штаммы клубеньковых бактерий.

Экспериментально установлено, что обычно клубеньки образуются в интервале 40—80% увлажнения почвы от полной ее влагоемкости. Мы находили желваки только в радиусе 0,75—1 м от ствола дерева даже 40—45-летнего возраста. При этом, как правило, самые крупные желваки находились на основных толстых корнях и не глубже 10—12 см от поверхности почвы. Почти всегда крупный желвак является окончанием бокового корня толщиной до 1 см. В порослевых насаждениях черной ольхи на сильно увлажненной почве желваки находились только на корневых лапах непосредственно у поверхности почвы, в торфе, подстилке или внутри пустот порослевых кустов, возвышающихся над заболоченной почвой. В этих условиях желваков было очень мало. Количество клубеньков на корнях ольхи зависит от степени аэрации почвы. Чем выше аэрация, тем больше клубеньков образуется на корнях. О других оптимальных пределах экологических условий образования и жизнедеятельности клубеньковых микроорганизмов черной ольхи можно судить лишь косвенно — по оптимальным пределам экологических условий клубеньковых бактерий бобовых растений. Оптимальной температурой для них является 24°, минимальным пределом их функционирования — 10°. Нейтральная или слегка кислая реакция почвы является для них оптимальной. Наличие в почве или внесение в нее доступных растению форм минерального азота, как правило, подавляет образование клубеньков и снижает их эффективность. При этом нитраты сильнее тормозят образование клубеньков, чем соли аммония.

Внесение фосфора и калия активизирует работу клубеньковых бактерий. Азотфиксация в желваках черной ольхи резко стимулируется в присутствии молибдена и кобальта.

Процесс фиксации молекулярного азота происходит непосредственно в почковидных клубеньках желвака, в которых сконцентрированы визукулы и гемоглобин эндофитов. Исследования, проведенные в последние годы с бесклеточными азотфиксирующими препаратами, показали, что фиксация молекулярного азота осуществляется восстановительным путем с образованием аммиака в качестве первого обнаруживаемого продукта.

Работы с меченным азотом показали характер передвижения связанного азота из клубеньков во все части растения черной ольхи. Ассимилированный клубеньками атмосферный азот служит источником азотного питания ольхи. При этом в течение вегетационного периода около 90% азота поступает в растение-хозяина, в основном в надземную часть. Основной транспортной формой азота, поступающего из клубеньков в растение, является цитруллин.

По эффективности азотфиксации симбиоза эндофитов и черной ольхи можно привести следующие данные. Одно дерево черной ольхи за вегетационный период фиксирует 300 мг в однолетнем и 2200 мг азота в двухлетнем возрасте, а в семилетнем — около 30 г азота, из них 14 г поступает в листья. Насаждение черной ольхи высотой 2,5 м с 10 тыс. деревьев на гектаре за вегетационный период обогащает почву азотом на 200 кг/га. Очень густая посадка черной ольхи (в среднем 5 растений на 1 м<sup>2</sup>) до семилетнего возраста дает прирост азота в почве на 700 кг/га. Пятилетние культуры черной ольхи только за счет опавших листьев обогащают почву азотом на 155 кг/га. В вегетационных сосудах, наполненных песком, на один грамм сухого вещества клубеньков ежедневно в течение вегетационного периода фиксируется у люцерны от 11 до 103 мг, а у клевера от 14 до 53 мг атмосферного азота. За вегетационный период один гектар люцерны фиксирует в среднем 300 кг азота, клевера — 150—160, люпина — до 150, зерновых бобовых — 50—60 кг. После уборки урожая люцерны почва обогащается азотом на 100 кг, клевера — 75—100, люпина — 30 кг/га (Прянишников, 1945).

Содержание азота в листьях черной ольхи обычно равно 3%, т. е. больше, чем в листьях любой другой древесной породы. Содержание азота в почве под ольхой, как правило, на 30—50% выше, чем под березой, сосновой и ивой, и на 65% больше, чем под дуглассовой елью.

Черная ольха фиксирует значительно большие количества азота, чем бобовые растения. К тому же значительная часть связанного азота поступает в почву в виде ежегодного опада листьев. В зависимости от возраста и условий местопроизра-

стания в почве имеется от 185 до 500 кг/га желваков (при 8—12% влажности (см. табл. 22)). Если принять даже самые минимальные количества азота, фиксируемые ежедневно 1 г сухого вещества клубеньковых бактерий люцерны по Иенсену (цит. по Прянищникову, 1945), для черной ольхи лишь по 11 мг в день, то получается, что за вегетационный период один гектар черноольхового насаждения в зависимости от возраста и условий местопроизрастания связывает от 300 до 900 кг атмосферного азота.

Влияние ольхи на рост тополя на контактах их чистых культур. В лесокультурной практике многих стран черная ольха широко используется как почвоулучшающая порода при создании насаждений из быстрорастущих пород. Она не только обогащает почву азотом, но и способствует хорошему очищению тополей от сучьев и защищает его от заморозков в молодом возрасте и морозобоин стволов в более старшем. В Нидерландах при выращивании тополевых насаждений ольха используется не только как почвоулучшающая, но и как почвозащитная, подлесочная и подгоночная порода. Очень часто ольху высаживают при подготовке песчаных вересковых почв для посадки леса. Действие серой ольхи на тополь при этом равно действию неорганических минеральных веществ, внесенных в чистые пески при высадке тополя.

Для изучения влияния ольхи на рост тополя в Бельгии был проведен специальный опыт с тополем серым. Половина участка, засаженного тополем, была оставлена под сенокос, на второй половине в междурядья высадили ольху серую. В результате на участке под сенокосом было выращено 31 дерево тополя со средней высотой 19,5 м, средней окружностью ствала — 1,36 м, средним объемом одного дерева — 1,36 м<sup>3</sup> и запасом древесины тополя — 176 м<sup>3</sup>/га; на участке с ольхой — 35 деревьев тополя со средней высотой — 19,5 м, средней окружностью ствала — 1,68 м, средним объемом одного дерева — 2,17 м<sup>3</sup> и запасом древесины тополя — 272 м<sup>3</sup>/га. Таким образом, на участке с ольхой развитие и рост тополя были значительно лучше и запас древесины почти на 100 м<sup>3</sup>/га больше, чем на участке без ольхи (Филимонова, 1962).

Вес трехлетних сеянцев тополя волосистоплодного, выращенных в ассоциации с ольхой, был в 22 раза большим, чем вес сеянцев, выращенных без ольхи.

В поверхностном слое почвы под 11-летним насаждением лиственницы с черной ольхой оказалось более высокое содержание азота на 135 кг/га, чем под лиственнично-березовыми культурами, расположенными на соседнем участке. Лиственница с ольхой имела более густое охвоение, темнее окраску хвои, в которой содержалось на 10% больше азота, чем у лиственницы, произрастающей совместно с березой.

Влияние густых посадок ольхи по берегам озер в Калифорнии сказывается не только на повышении содержания азота в озерных отложениях, но даже и на увеличении биомассы планктона.

Положительное влияние чистого насаждения черной ольхи на рост рядом растущих тополей наблюдал Е. Костин в Румынии на бедных песчаных почвах: объем среднего модельного дерева тополя регенерата под влиянием ольхи увеличился в 6 раз (Popescu, Dobrescu, 1965).

Несмотря на имеющиеся в иностранной лесоводственной литературе сведения о широком использовании черной ольхи при выращивании тополей и других древесных пород, приведенными примерами фактически исчерпываются все имеющиеся данные о количественной стороне положительного влияния черной ольхи на рост других пород.

Впервые положительное влияние черной ольхи на рост тополя нами было установлено в 1956 г. в Бочанском лесничестве Конотопского лесхоззага на контактах чистых культур — 26-летней черной ольхи и 9-летних тополей майского и позднего. В том же году было изучено взаимодействие ольхи с тополями на контактах их чистых одновозрастных культур — 18- и 22-летних ольхи и тополя в Роменском и 30-летних ольхи и белого тополя в Полтавском лесхоззагах (Редько, 1958).

На трех опытных участках в Конотопском лесхоззаге изучение взаимодействия ольхи с тополем было продолжено в 1962 и 1968 гг.

Для нахождения оптимальных схем смешения ольхи с тополем после 1959 г. нами была заложена целая серия опытно-производственных чистых тополевых и смешанных ольхово-тополевых культур в Конотопском, Мринском и Барановском лесхоззагах.

Опытные участки 1, 2 и 3 в кварталах 85 и 91 Бочанского лесничества Конотопского лесхоззага заложены на контактах чистых культур ольхи и тополя майского. Культуры расположены на месте перехода пойменной террасы в боровую террасу р. Сейм (вблизи села Казацкого). Вдоль северной окраины урочища на месте старицы-ручья в 30-х годах была проложена осушительная канава. Площадь опытных культур до 30-х годов представляла собой чистое поле и использовалась для выращивания сахарной свеклы. В начале 30-х годов западная часть была передана в Гослесфонд и частично закультивирована черной ольхой. Остальная площадь использовалась как сенокосное угодье. Лишь в 1946—1950 гг. все непокрытые лесом площади были закультивированы тополем. Во многих случаях культуры черной ольхи и тополя примыкают друг к другу.

Культуры созданы по одинаковой агротехнике — в плужные борозды с размещением посадочных мест  $2 \times 1$  м, ольха — сеянцами в 1932 г., тополь — черенками в 1948 г. В почвенном и

гидрологическом отношении площади примыкающих чистых культур по участкам идентичны. За культурами в первые два-три года после посадки производился уход путем прополки сорняков только в рядах. Ко времени изучения 26-летние культуры ольхи имели средний диаметр 13 см, среднюю высоту — 14 м, полноту — 0,8. 9-летние культуры тополя на сравнительно большом удалении от ольхи имели средний диаметр 3,5 см, среднюю высоту — 3,5 м, полноту — 0,8. Междуядия в тополовых культурах сплошь задернели пыреем ползучим, луговиком и другими злаками. Тополя отличались плохим ростом и имели средний прирост древесины немногим более 1 м<sup>3</sup>/га, хотя условия местопроизрастания соответствуют влажной дубраве. Причиной этого мы считаем частичную подготовку почвы, отсутствие ухода и сплошное задернение междуядий. Почва лугово-черноземная, легкосуглинистая, подстилаемая оглеенным суглинком. Уровень грунтовых вод в течение года колеблется от 0,3 до 2,0 м.

Участок 4 находится в пойме р. Сулы в 23 квартале Глинского лесничества Роменского лесхоззага (в 100 м от русла реки). Культуры ольхи и тополя расположены на притеррасном понижении. Созданы они одновременно в 1938 г. Почва лугово-черноземная, легкосуглинистая, влажная, подстилаемая оглеенным суглинком. Уровень грунтовых вод в течение года колеблется от 0,2 до 2,0 м. Условия местопроизрастания соответствуют влажной пойменной дубраве. К 1956 г. тополь имел средний диаметр 21,6 см, среднюю высоту — 20,4 м, ольха — соответственно 13,0 см и 16,0 м.

Участок 5 избран нами в 31 квартале того же лесничества и урочища. 22-летние культуры ольхи и тополя находятся в конце второй террасы правого берега р. Сулы. Почва супесчаная на иловатом наносном песке. Уровень грунтовых вод в течение года колеблется от 0,5 до 2,0 м. Условия местопроизрастания соответствуют влажной судубраве. Размещение посадочных мест в обеих культурах, как и на участках 4, — 2×1 м.

Участок 6 находится в 16 квартале Котелевского лесничества Полтавского лесхоззага на месте перехода первой пойменной террасы р. Ворсклы во вторую. Почва светло-серая лесная легкосуглинистая на лёссе. Условия местопроизрастания соответствуют влажной пойменной дубраве. Здесь к чистым культурам ольхи примыкали культуры сереющего тополя. В 30 лет они имели следующие таксационные показатели:

	Ольха	Тополь
Средний диаметр, см . . . . .	14,0	17,0
Средняя высота, м . . . . .	16,0	21,0
Полнота . . . . .	0,8	0,7

В 1956 г. нами было установлено во всех случаях контактов чистых культур постепенное увеличение по мере приближе-

Таблица 18

Влияние черной ольхи на рост тополя на контактах их чистых культур

Номер ряда тополя от ольхи	Расстояние до первого ряда ольхи, м	1956 г.			1962 г.			1968 г.		
		Диаметр	Высота	Объем ствола	Диаметр	Высота	Объем ствола	Диаметр	Высота	Объем ствола
		% от среднего значения удаленных рядов								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Участок 1										
1	4	215	155	457	234	188	782	187	212	726
2	6	219	182	538	313	230	1370	204	203	763
3	8	142	139	214	187	160	429	166	213	608
4	10	146	137	214	213	168	556	175	205	655
5	12	173	145	305	219	174	617	172	197	619
6	14				139	151	245	111	149	183
7	16				129	134	194	117	142	189
Контрольные удаленные ряды		100	100	100	100	100	100	100	100	100
		6—15	6—15	6—15	8—15	8—15	8—15	8—16	8—16	8—16
Участок 2										
1	4	119	123	162	160	161	346	157	150	296
2	6	135	121	187	179	160	428	153	154	291
3	8	113	117	138	133	143	219	134	135	219
4	10	116	113	144	137	155	247	146	127	262
5	12	111	115	136	112	135	147	148	123	262
6	14	111	108	124	142	135	229	115	103	144
Контрольные удаленные ряды (7—18)		100	100	100	100	100	100	100	100	100
		7—20	7—19	7—20	7—20	7—20	7—20	7—19	6—18	7—15
19	14	108	112	124	107	83	103	118	120	152
20	12	105	117	129	91	105	78	140	133	233
21	10	151	138	256	157	131	272	121	134	173
22	8	127	121	171	131	146	222	127	131	178
23	6	151	140	369	156	173	344	154	164	354
24	4	181	156	376	185	188	536	164	152	347
25	2	135	146	213	137	183	298	136	150	233
Участок 3										
1	2	188	171	389	221	166	603	243	175	729
2	4	233	177	556	253	162	742	248	170	708
3	6	146	131	200	168	132	301	268	180	900
Контрольные удаленные ряды		100	100	100	100	100	100	100	100	100
		4—7	4—7	4—7	4—12	4—12	4—12	4—16	4—16	4—16

ния к ольхе средних по рядам культур диаметров, высот и объемов стволов тополя (см. рис. 5—9).

При этом на контактах разновозрастных культур — 26-летней ольхи и 9-летнего тополя — достоверное увеличение диаметров, высот и объемов стволов по рядам заметно до 5-го ряда на первом участке, до 6—7-го — на втором и до 3-го — на третьем, т. е. на расстоянии соответственно 12, 14 и 6 м. Ма-

ксимальных размеров тополь достиг на всех трех участках во втором ряду, на расстоянии 6 и 4 м от ольхи. По сравнению с контрольными удаленными от ольхи рядами средний диаметр тополя увеличился в целом по трем участкам в 1,4—2,2 раза, средняя высота — в 1,2—1,8 раза, а объем ствола — в 1,9—5,6 раза (см. табл. 18).

Таблица 19

Влияние черной ольхи на рост одновозрастного с ней тополя на контактах чистых культур

Номер ряда тополя от ольхи	Расстояние до первого ряда ольхи, м	Участок 4; 18 лет			Участок 5; 22 года			Участок 6; 30 лет		
		Диаметр	Высота	Объем ствола	Диаметр	Высота	Объем ствола	Диаметр	Высота	Объем ствола
% от среднего значения удаленных рядов										
1	4	135	117	206	180	122	333	155	110	275
2	6	121	114	174	140	115	211	140	109	231
3	8	109	110	139	133	113	186	130	108	203
4	10	107	120					127	107	190
5	12							117	105	155
Контрольные		100	100	100	100	100	100	100	100	100
удаленные ряды		4—10	5—10	5—10	4—11	4—11	4—11	6—11	6—11	6—11

Значительно меньшее положительное влияние на рост тополей оказала одновозрастная с ними черная ольха. Увеличение диаметров, высот и объемов ствола тополя заметно в 18-летних культурах с 8—10 м от ольхи (4-й и 5-й ряды), в 22-летних — с 8 м (4-й ряд) и в 30-летних — с 12 метров (5-й ряд). Максимальных размеров на всех трех участках одновозрастных культур тополь достиг в первом ряду, на расстоянии 4 м от ольхи. По сравнению с контрольными удаленными от ольхи рядами в этом ряду средний диаметр тополя увеличился в 1,4 раза в 18-летних, в 1,8 раза — 22-летних и в 1,6 раза — в 30-летних культурах. Средняя высота увеличилась соответственно в 1,2; 1,2 и 1,1 раза, а объем ствола — в 2,1; 3,3 и 2,8 раза (см. табл. 19).

Учет корненаселенности почвы в монолитах по Качинскому показал, что на контактах культур основная масса мелких, тоньше 2 мм, корней (до 92%) расположена в поверхностном (0—10 см) слое почвы, тогда как в чистых культурах в этом слое находится лишь 20—37% таких корней. Остальная масса мелких корней в поисках пищи располагается глубже: 34—38% — в 10—20 см слое, 16—25 — в 20—30 см, 4—6% — в 30—40 см слоях и т. д. На перемещение основной массы мелких корней в чистых культурах тополя в более глубокие слои почвы сильное влияние, по-видимому, оказала травянистая расти-

тельность. Так, под чистыми культурами ольхи в 0—10 см слое почвы корни травянистых растений составляют 9,7 г на 0,5 м<sup>2</sup> на стыке ольхи и тополя — 27,2 г, а под чистыми культурами тополя — 211,0 г. Конкуренция травянистой растительности не-

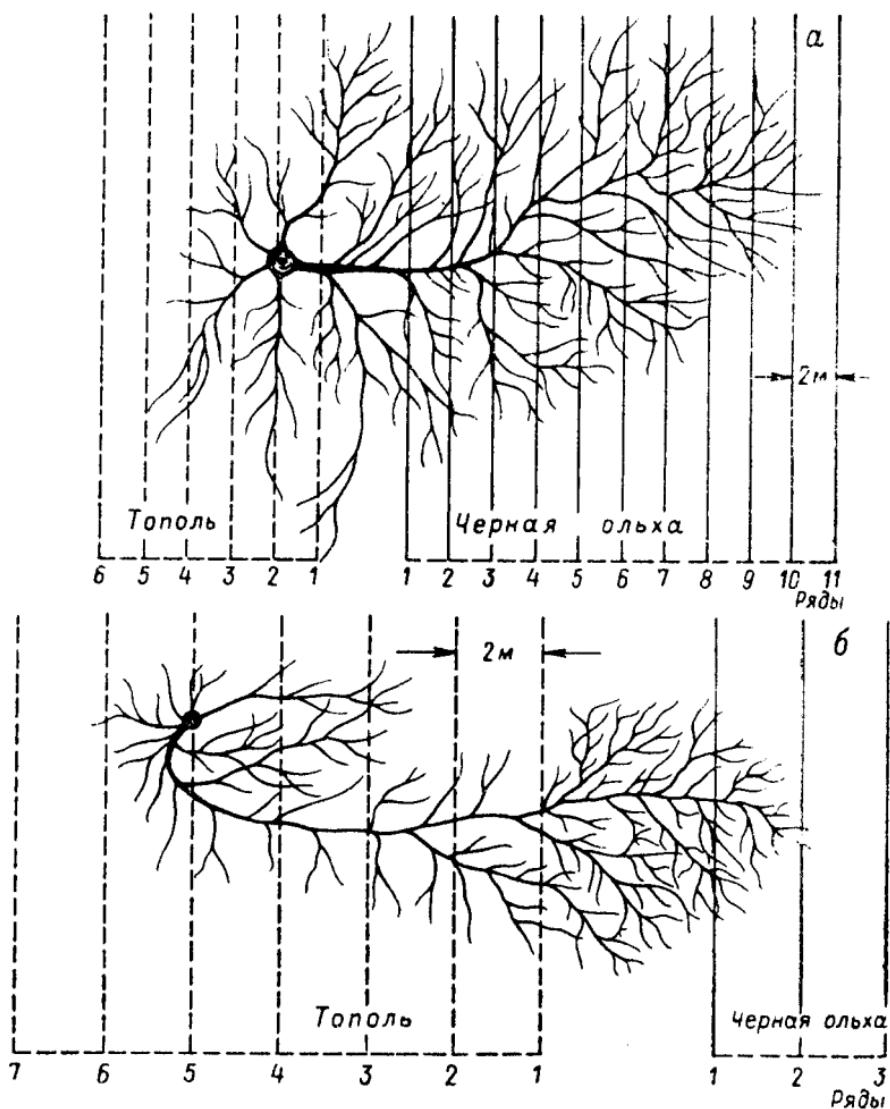


Рис. 3. Распространение корней тополя майского на контактах чистых 18-летних (а) и 9-летних (б) культур тополя и черной ольхи.

сомненно отрицательно повлияла на общую продуктивность данных культур.

Раскопки корневых систем (см. рис. 3) наглядно показали, что чем ближе тополь находился к ольхе, тем больше его приверхностных корней находилось под культурами ольхи. Так, на участках 1 и 2 9-летние тополи даже из 4—5-го рядов, т.

с расстояния 10—12 м, посылают свои корни под ольху. В некоторых случаях корень отходил от деревца в противоположную от ольхи сторону, затем круто поворачивал и кратчайшим путем тянулся к ольхе. На участке 4 18-летний тополь из первого от ольхи ряда развил все свои корни в сторону культур ольхи протяженностью по прямой линии до 25 м. На других участках прикопками в междурядиях ольхи на определенном удалении от тополя мы устанавливали присутствие тополевых корней. Ярко-желтые золотистые корни тополя легко отличаются от темно-вишневых корней ольхи. На участке 5 мы находили корни 22-летних тополей под культурами ольхи на расстоянии 30—35 м от первого тополевого ряда. Достигнув культур ольхи, тополевые корни сильно разветвляются, переплетаются с корнями ольхи и образуют в поверхностном 0—10 см слое почвы подобие дернинны. Именно в этом слое находится вся масса желваков на корнях черной ольхи, в которых в результате симбиоза эндофитов и черной ольхи фиксируется атмосферный азот.

Очень часто желваки на корнях черной ольхи пронизаны тонкими (тоньше 0,5 мм) всасывающими корешками тополя. Внутри желвака они, многократно извиваясь по каналцам, как бы прирастают к самой ткани желвака (см. рис. 4).

Определения содержания общего азота по Кельдалю в ткани желвака, имеющейся в них почве, извлеченных из желваков корешках тополя и корнях ольхи убедительно показали, что тополь пользуется фиксируемым в желваках азотом. Так, извлеченные из желваков корешки тополя содержали 1,22% азота, оборванные вокруг желваков — 1,06%, а далеко вне желваков — лишь 0,41%. В самой ткани желвака содержится 1,83% азота, а в почве из него — 0,81%.

Корни тополя обладают резко выраженным положительным хемотропизмом к почве, богатой азотом. Корень в поисках пищи идет как с помощью зрения. Сущность этого явления (хемотропизма) заключается в раздражающем действии растворенных веществ на живую плазму. Подходящие для данного



Рис. 4. Желваки на корнях черной ольхи с корешками тополей.

Таблица 20

## Относительное увеличение таксационных показателей тополя под влиянием ольхи и без него

Номер опытного участка	Варианты	9 лет			15 лет			21 год		
		Диаметр	Высота	Объем ствола	Диаметр	Высота	Объем ствола	Диаметр	Высота	Объем ствола
1	Контроль . . . .	2,6 100	3,8 100	0,0021 100	6,2 238 (100)	7,3 192 (100)	0,0143 681 (100)	14,1 227	11,4 156	0,0875 612
	Влияние ольхи .	5,7 100	6,9 100	0,0113 100	19,4 340 (100)	16,8 243 (100)	0,1960 1735 (100)	28,8 148	23,1 138	0,6677 341
2	Влияние ольхи .	5,0 100	6,3 100	0,0084 100	15,4 308 (100)	13,4 213 (100)	0,2104 1430 (100)	25,4 165	18,5 138	0,3436 285
	Контроль . . . .	3,7 100	5,2 100	0,0045 100	8,6 232 (100)	8,4 162 (100)	0,0281 624 (100)	16,6 193	12,0 143	0,1182 421
3	Влияние ольхи .	6,7 100	8,1 100	0,0169 100	15,9 237 (100)	15,8 195 (100)	0,1505 891 (100)	27,2 171	18,3 116	0,4100 272
	Контроль . . . .	2,4 100	3,5 100	0,0018 100	6,2 258 (100)	7,4 211 (100)	0,0145 806 (100)	10,2 164	11,0 149	0,0498 343
	Влияние ольхи .	5,6 100	6,2 100	0,0100 100	15,7 280 (100)	12,0 194 (100)	0,1076 1076 (100)	25,3 161	18,7 156	0,3528 328

П р и м е ч а н и е. В числителе — диаметр в см, высота в м, объем ствола в м<sup>3</sup>, в знаменателе — в процентах.

растения концентрации солей приводят к положительному хемотропизму, что и проявляется в усиленном развитии и ветвлении корней в соответствующей части почвы.

Анализы образцов почвы из-под чистых культур тополя и черной ольхи и на их контактах показали значительное обогащение почвы под ольхой азотом и фосфором, а также лучшие, чем под тополем, водно-физические свойства почвы. Нитрифицирующая способность почвы под чистыми культурами ольхи была равна в среднем в 0—5 см слое почвы 435 мг  $\text{NO}_2$  на 1 кг почвы, в 5—15 см слое — 111, под чистыми культурами тополя — соответственно 173 и 107 мг, а на контактах культур — 455 и 174 мг  $\text{NO}_2$  (Редько, 1960б).

Как известно, дождевые черви (Зражевский, 1957) повышают устойчивость зернистых агрегатов структуры в почве, особенно при питании листьями черной ольхи. Они увеличивают подвижность питательных веществ, усиливают их круговорот. Особенно активны дождевые черви, как и другие беспозвоночные, при питании опадом из смеси пород по сравнению с теми случаями, когда они питаются тем же опадом раздельно. Количество дождевых червей в почве является хорошим показателем общего ее плодородия. Нами установлено следующее наличие дождевых червей в 0—10 см слое почвы на 2-м опытном участке (лето, 1956): в чистых 26-летних культурах ольхи — 28, на стыке культуры ольхи и тополя — 122, в чистых 9-летних культурах тополя — 59 шт./ $\text{м}^2$ . Это свидетельствует о том, что смешанная ольхово-тополовая подстилка и биохимические взаимовлияния этих пород активизируют деятельность дождевых червей.

Продолжение изучения взаимодействия черной ольхи и тополя на опытных участках 1, 2 и 3 в 1962 и 1968 гг. вскрыло очень интересную его динамику во времени. На всех четырех контактах культур положительное влияние черной ольхи на тополь к 15-летнему его возрасту резко усилилось (см. табл. 20 и рис. 5—9). Максимальные величины таксационных показателей тополь имеет по-прежнему во втором от ольхи ряду, т. е. на расстоянии 4 м. На участке 1 по сравнению с контролем средний диаметр тополя увеличился в 3,1 раза против 2,2 раза в 1956 г. Высота тополя соответственно превосходит контроль в 2,3 раза против 1,8 в 1956 г., а объем ствола тополя в этом ряду под влиянием ольхи превосходит контроль в 13,7 раза против 5,4 раза в 1956 г. На участке 2 тополь превосходит контроль по диаметру в 1,8 раза, по высоте — в 1,6—1,9 раза, по объему ствола — в 4,3—5,4 раза против соответствующих показателей 1956 г.: 1,4—1,8, 1,2—1,6 и 1,9—3,8. Аналогичная картина установлена и на участке 3 — положительное влияние черной ольхи на тополь усилилось.

К 1968 г., когда тополь достиг 21-летнего, а ольха — 38-летнего возраста, положительное влияние черной ольхи на тополь

уменьшилось. Во втором ряду тополь по объему ствола превосходит контрольные в удаленных рядах на участке 1 — в 7,6 раза, на участке 2 — в 3,0—3,5 раза, на участке 3 — в 7,3 раза против соответствующих показателей 1962 г. — 13,7; 4,3—

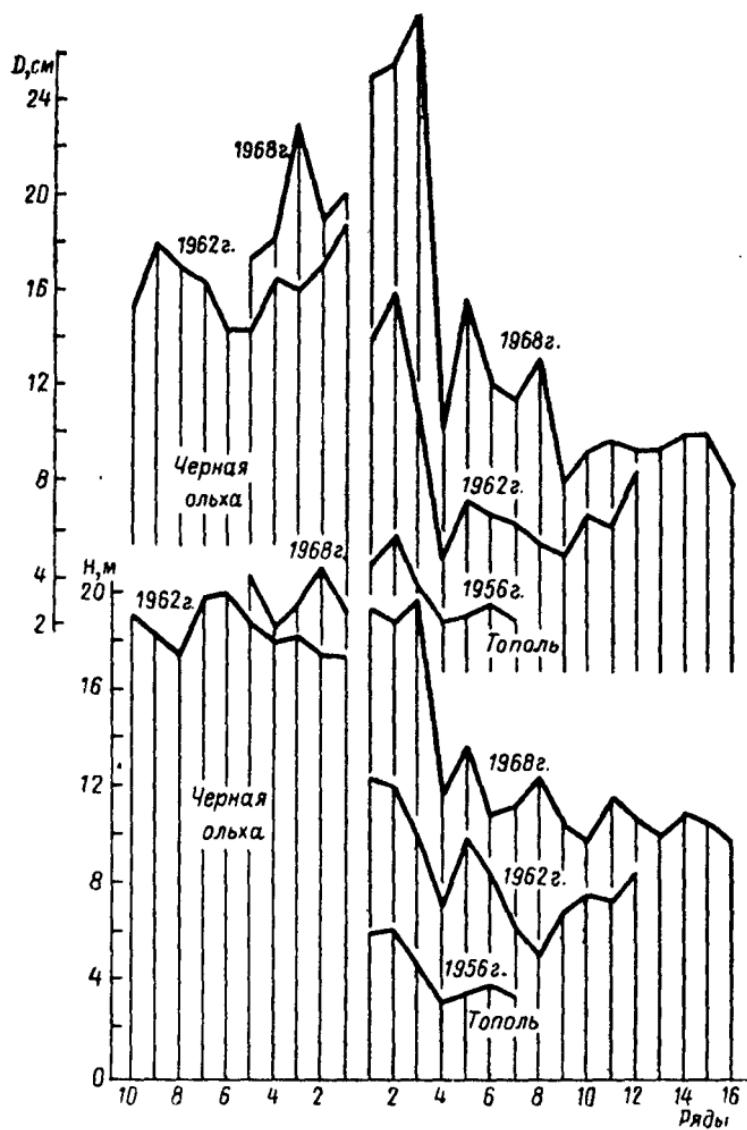


Рис. 5. Средний диаметр ( $D$ ) и высота ( $H$ ) рядов тополя в зависимости от удаления черной ольхи на участке 1.

Расстояние между рядами 2 м.

5,4 и 7,4 раза. Соответственно уменьшилось и превосходство по диаметру и высоте. Обработка результатов измерений методами вариационной статистики показывает достоверность установленной разницы показателей во всех случаях.

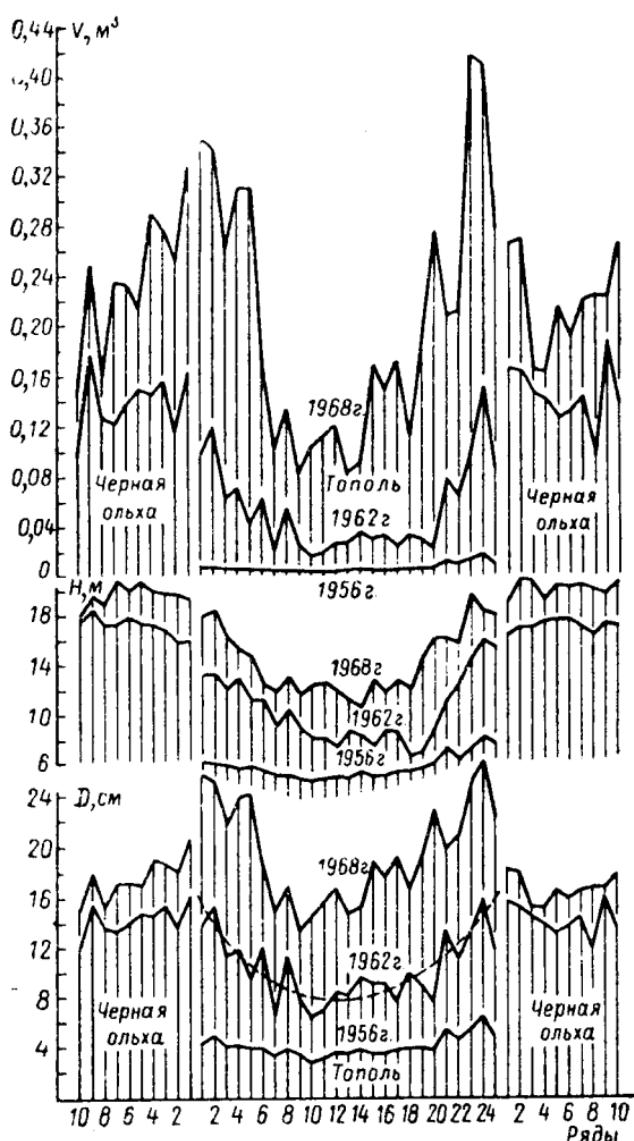


Рис. 6. Средний диаметр ( $D$ ), высота ( $H$ ) и объем стволов ( $V$ ) в рядах тополя на различном удалении от черной ольхи с двух сторон на участке 2.  
Расстояние между рядами 2 м.

На первый взгляд причиной относительного уменьшения положительного влияния черной ольхи на тополь с возрастом кажется более раннее наступление под влиянием ольхи возраста количественной спелости, чем у тополя, не испытываю-

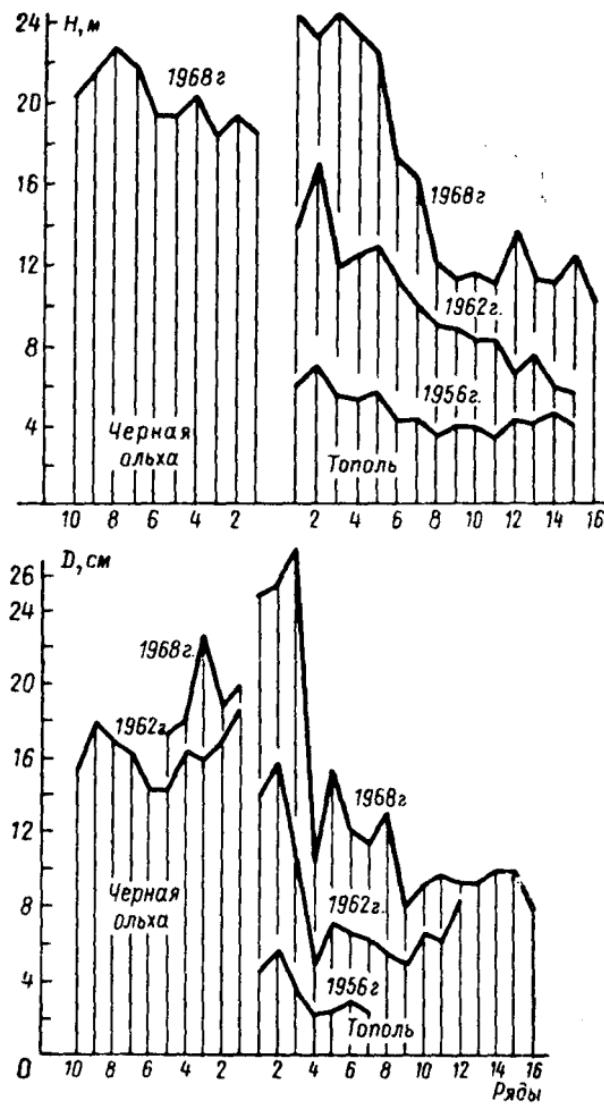


Рис. 7. Средний диаметр ( $D$ ) и высота ( $H$ ) рядов тополя в зависимости от удаления черной ольхи на участке 3.  
Расстояние между рядами 2 м.

щего такого влияния. Действительно, с 9 до 15 лет относительные приросты по диаметру, высоте и объему (по отношению к величине этих показателей в 9-летнем возрасте) были значительно большими у тополей, испытывающих влияние ольхи.

чем без него. Так, на участке 1 за 6 лет диаметр увеличился в 3,4 раза, высота — в 2,4 и объем — в 17,4 раза. У контрольных тополей эти показатели увеличились соответственно лишь в 2,4; 1,9 и 6,8 раза. За время от 15 до 21 года, т. е. за следующие 6 лет, у тополей, испытывающих влияние ольхи, таксационные показатели увеличились значительно меньше, чем у контрольных тополей: диаметр — в 1,5 раза, высота — в 1,4 и объем — в 3,4 раза против 2,3; 1,6; 6,1 раза на контроле. Аналогичная картина и на участках 2 и 3 (см. табл. 20).

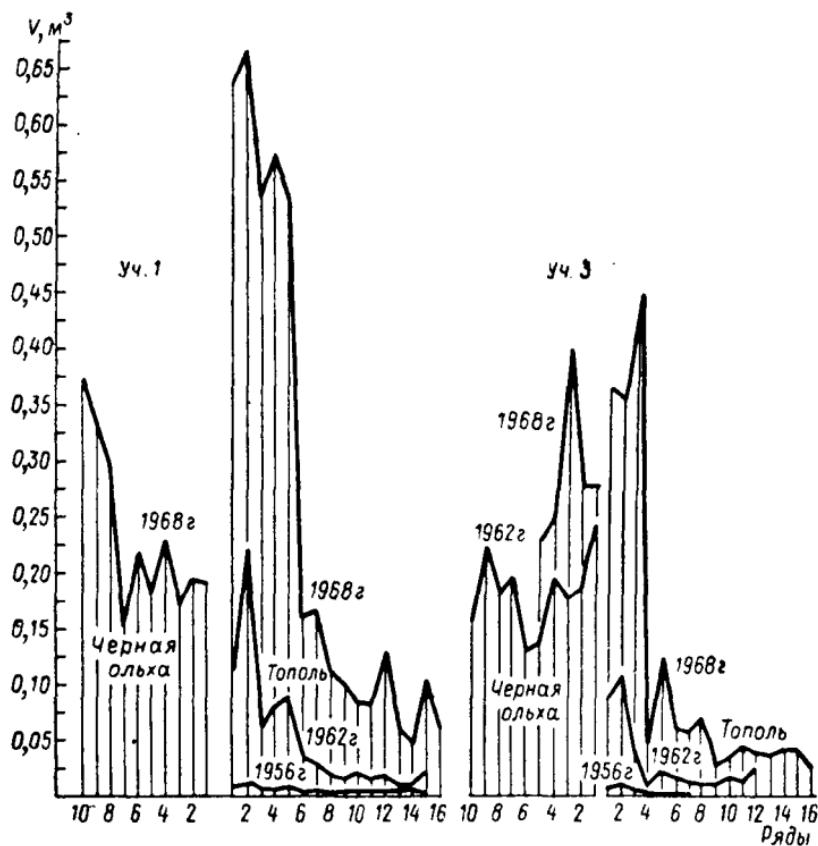


Рис. 8. Средний объем стволов в рядах тополя на различном удалении от черной ольхи на участках 1 и 3.  
Расстояние между рядами 2 м.

Анализ текущих и средних приростов показывает, что, действительно, на участке 1 тополь почти уже достиг возраста количественной спелости по диаметру и высоте, а на участках 2 и 3, напротив, — тополь без влияния ольхи уже достиг возраста количественной спелости по диаметру и объему ствала в первом случае и по диаметру и высоте во втором. Однако, это только кажущаяся причина. Истинную причину относительного снижения положительного влияния ольхи на тополь мы видим в другом. Тополь положительно реаги-

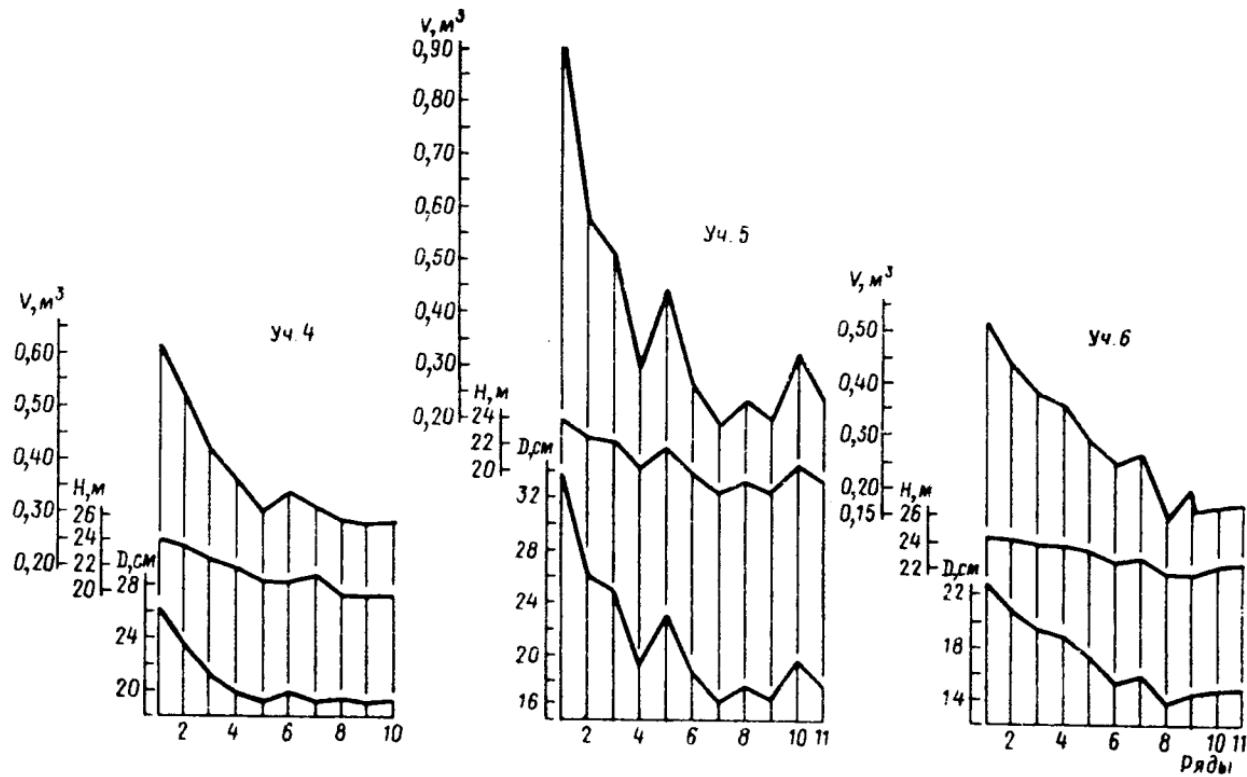


Рис. 9. Средний диаметр ( $D$ ), высота ( $H$ ) и объем ( $V$ ) стволов в рядах тополя в зависимости от удаления черной ольхи на участках 4, 5 и 6.  
Расстояние между рядами 2 м.

ирует на обогащение почвы азотом не беспредельно, а до определенного оптимального уровня, после чего, по-видимому, из-за нарушения соотношения в почве основных элементов питания (азота, фосфора и калия) приrostы его снижаются. Этот вывод подтверждается ниже анализом взаимовлияния ольхи и тополя в опытных ольхово-тополевых культурах.

Изучение взаимодействия различных древесных пород на контактах их чистых культур в принципе полностью соответствует предложенному для такой цели П. С. Погребняком (1955, 1968) оригинальному способу полишахматных культур. В таких культурах заранее избираются возможные компоненты для смешанных культур. При этом каждый из них контактируется с другим четырежды — с севера, юга, запада и востока. В наших опытных участках черная ольха примыкает к тополю также с различных сторон: на участке 1 — с юга, на участке 2 — с юга и севера, на участке 3 — с севера, на участке 4 — с востока, на участках 5 и 6 — с запада. В отличие от способа полишахматных культур на контактах чистых культур двух компонентов, как в нашем случае, представляется возможным изучать взаимодействие не только одновозрастных, но и разновозрастных компонентов. Изучение взаимодействия древесных пород на контактах чистых культур в отличие от смешанных позволяет также определить максимальное возможное положительное или отрицательное влияние компонентов на различном удалении друг от друга и на этом основании дать обоснованные принципы их смешения.

В нашем случае черная ольха старше тополя на 17 лет на расстоянии 4 м в среднем по 3 участкам повышает диаметр тополя в 9-летнем возрасте в 1,9 раза, в 15-летнем — в 2,3 раза и в 21-летнем — в 2,0 раза. Высота тополя соответственно увеличивается в 1,6—1,9 раза, а объем ствола — в 4,2; 7,7; 5,8 раза. Одновозрастная с тополем ольха на таком же расстоянии увеличивает его диаметр в 18-летнем возрасте в 1,4 раза, в 22-летнем — в 1,8 раза и в 30-летнем — в 1,6 раза. Высота тополя соответственно увеличивается в 1,2—1,1 раза, а объем ствола — в 2,1; 3,3; 2,8 раза.

Влияние черной ольхи на различные виды тополей. Нам представлялась возможность изучить влияние черной ольхи на рост двух евроамериканских гибридов тополей — майского и позднего. Культуры тополя на упомянутых выше участках 1, 2 и 3 по количеству деревьев в 15-летнем возрасте состояли на 60% из тополя майского и на 40% из тополя позднего. При повторном изучении взаимодействия ольхи с тополем на контактах их чистых культур в 1962 г. обмеры диаметров и высот тополей сделаны раздельно — для майского и позднего.

Тополь поздний значительно отстает по росту от тополя майского: по диаметру примерно на 40%, по высоте — на 5—

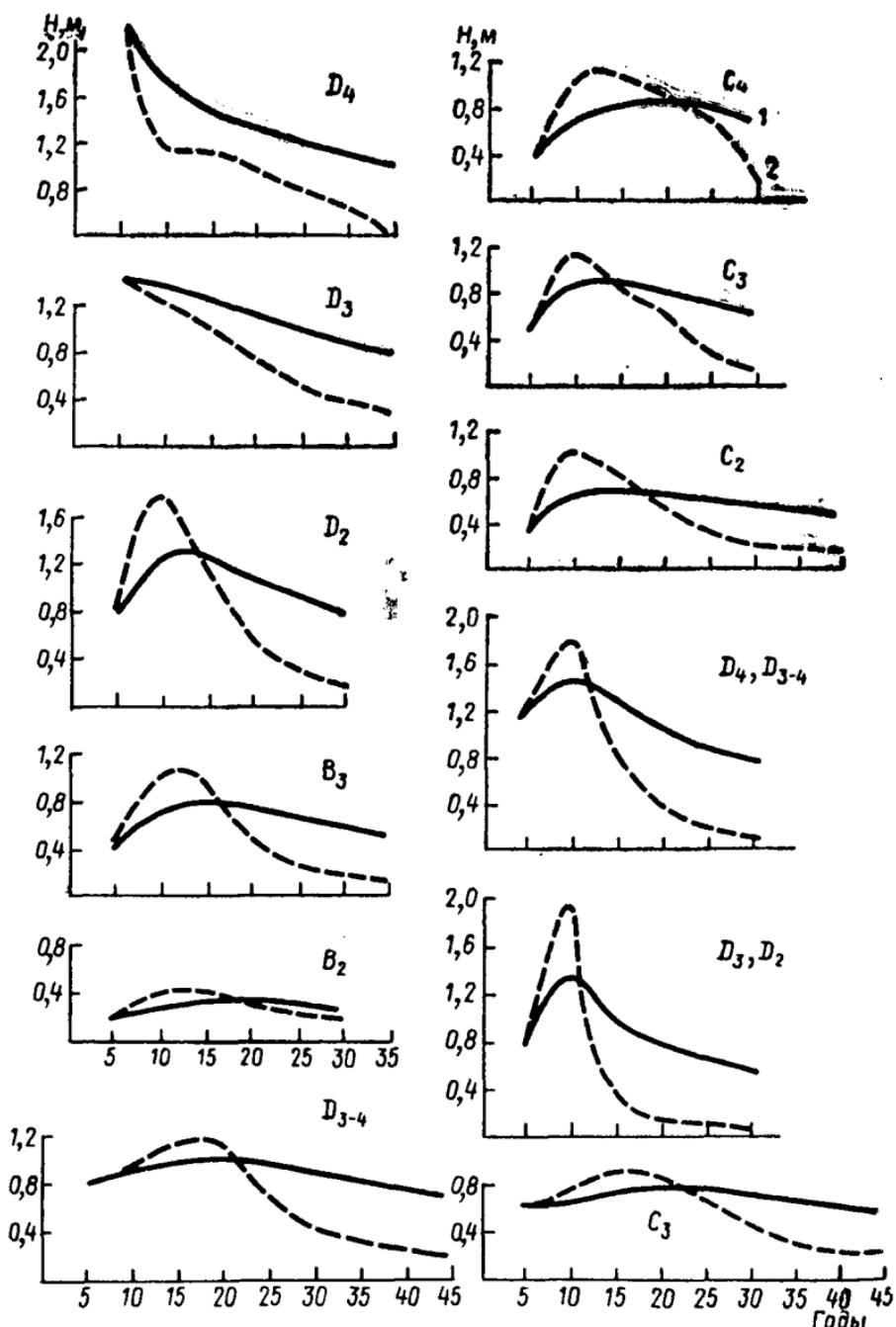


Рис. 10. Средние (1) и текущие (2) приросты по высоте в насаждениях тополя по типам условий местопронизрастания.

10% и по объему ствола — примерно на 60%. Оба тополя по мере приближения к культурам черной ольхи увеличивают свои таксационные показатели, и во втором ряду, т. е. на расстоянии 6 м от ольхи на участках 1 и 2, и в первом ряду, или на расстоянии 2 м от ольхи на участке 3, достигают максимальных размеров. Однако относительное увеличение их, т. е. в процентах от контрольных удаленных от ольхи рядов, у этих тополей неодинаково. В трех случаях контакта с ольхой на участках 1 и 2 тополь поздний значительно больше увеличил свои показатели, чем тополь майский. Так, на участке 1 во втором от ольхи ряду диаметр тополя майского по сравнению с контролем увеличился в 2,6 раза, а позднего — в 3,0 раза, высота первого увеличилась в 2,0 раза, а второго — в 2,4 раза. Объем ствола соответственно увеличился в 9,9 и 12,7 раза. То же самое наблюдается и в двух случаях контакта культур тополя и ольхи на участке 2. Лишь на участке 3 относительное увеличение под влиянием ольхи диаметров, высот и объемов ствола тополя майского несколько больше, чем у позднего. А именно по сравнению с контрольными рядами диаметр тополя майского в первом от ольхи ряду увеличился в 1,8 раза, а позднего — в 1,7 раза, высота — в 1,9 и 1,4 м, объем ствола — соответственно в 5,4 и 3,2 раза. В целом тополь поздний значительно больше реагирует на ольху, чем майский. Это свидетельствует о большей требовательности к плодородию почвы, в частности к содержанию в ней азота, тополя позднего по сравнению с майским.

В группах 12—15-летних деревьев тополя, находящихся в полном окружении 17-летнего насаждения черной ольхи, наибольших размеров достигли деревья тополя евроамериканского серого, затем майского и белого. По сравнению с ростом в чистых насаждениях евроамериканские гибриды тополей — серый и майский значительно больше реагировали на влияние черной ольхи, чем естественный вид тополя — белый (Popescu, Dobrescu, 1965).

Наши исследования еще раз подтверждают необходимость строгого различия евроамериканских гибридов, неправильно объединяемых общим групповым названием «канадский тополь».

Влияние ольхи на рост тополя в смешанных культурах. Влияние черной ольхи на тополь в смешанных культурах изучено нами на 4 участках обычных производственных культур и на 7 участках опытных культур. При этом в производственных смешанных культурах очень часто ольху как отстающую породу вырубают во время проведения очередных рубок ухода. Мы считаем совершенно неправильным вырубать ее не только в смешанных культурах с тополями, но и с другими породами. В смешанных насаждениях на ольху необходимо ориентироваться как на почвоулучшающую древес-

Таблица 21

## Рост смешанных ольхово-тополевых и чистых тополевых культур

Номер пробной площади	Схема смешивания	Возраст, лет	Тип условий местопроизрастания	Таксационные показатели					
				порода	средний диаметр, см	средняя высота, м	объем ствола, м <sup>3</sup>	количество деревьев на 1 га	запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> на 1 га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	Д—Д—Д Т. б—Яс—Кл	18	D <sub>3</sub>	Т	16,7 100	16,0 100	0,146 100	636 100	93 100
10	Д—Д—Д—Д Т. б—Кл Ол—Яс	17	D <sub>3</sub>	Т	21,1 126	19,6 122	0,312 214	208 33	135 134
286	T—T—T—T	10	D <sub>4</sub>	Т	12,3 100	11,6 100	0,068 100	1400 100	95 100
280	T—T—T T—T—T Ол—Ол	10	D <sub>4</sub>	Т	13,5 110	12,6 109	0,091 134	783 56	75 79
284	T—T—T	7	C <sub>5</sub>	Т	4,7 100	4,9 100	0,006 100	810 100	5 100
283	T—Ол	7	C <sub>5</sub>	Т	7,2 153	7,6 155	0,017 283	936 115	21 402
12	T—T—T	10	C <sub>3</sub>	Т	8,4 100	10,3 100	0,034 100	2692 100	91 100
248	T—T—T Ол—Ол—Ол	10	C <sub>3</sub>	Т	9,5 113	9,7 94	0,036 106	1115 41	67 74
246	T—T—T—T Ол—Ол—Ол	10	C <sub>3</sub>	Т	12,0 143	11,1 108	0,063 185	972 36	74 81
250	T—T—T—T Ол—Ол—Ол	10	C <sub>3</sub>	Т	12,3 149	11,7 114	0,068 200	1556 55	118 131
263	T—T—T	18	C <sub>4</sub>	Т	18,1 100	18,1 100	0,205 100	1028 100	211 100
262	T—T—T T—T—T Ол—Ол—Ол	18	C <sub>4</sub>	Т	25,0 138	20,2 112	0,401 196	357 35	171 81

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
265	T—T—T		C <sub>3</sub>	T	8,9 129	7,8 134	0,029 223	925 66	
	T—T—T	6							29 161
	T—T—T		C <sub>3</sub>	Ол	3,2	4,4	0,004	588	
Ол—Ол—Ол									
287	T—T—T—T (белый)	6	C <sub>3</sub>	T	6,9 100	5,8 100	0,013 100	1396 100	18 100
288	T—T—T—T (белый)	6	C <sub>3</sub>	T	7,7 112	6,5 112	0,018 138	746 53	20 111
	Ол—Ол			Ол	4,8	4,8	0,006	792	
4	T—T—T	16	C <sub>3</sub>	T	9,2 100	11,7 100	0,034 100	3334 100	114 100
3	T—T—T	17	C <sub>3</sub>	T	11,9 129	12,4 106	0,067 197	1382 41	97 85
	Звенья ольхи			Ол	5,2	10,4	0,011	468	
244	T—T—T	29	C <sub>3</sub>	T	18,7 100	19,2 100	0,226 100	1017 100	230 100
240	T—T—T	29	C <sub>3</sub>	T	22,5 120	19,8 103	0,335 148	522 51	182 79
	Звенья ольхи			Ол	9,9	13,6	0,051	138	
170	T—T—T Звенья ольхи (состав 9T1Ол)	9	D <sub>3</sub>	T	5,0 100	8,0 100	0,007 100	7800 100	68 100
				Ол	4,4	7,4	0,006	1960	
171	T—T—T Звенья ольхи (состав 6Ол:4Т)	9	D <sub>3</sub>	T	5,3 106	8,2 102	0,010 143	3730 48	91 134
				Ол	5,7	8,6	0,012	4250	
232	T—T—T Звенья ольхи	14	D <sub>3</sub>	T	9,4 100	11,9 100	0,047 100	3105 100	148 100
				Ол	5,8	9,0	0,020	149	
233	T—T—T Звенья ольхи	14	D <sub>3</sub>	T	10,4 111	11,6 97	0,052 111	2462 79	136 92
				Ол	3,4	6,5	0,006	1225	

ную породу. К тому же даже при совместном выращивании с энергично растущими тополями ольха, будучи угнетенной, не усыхает и не выпадает из насаждения, вполне удовлетворительно выносит затенение и продолжает вегетировать и обогащать почву азотом.

В 1956 г. в Борзенском лесхоззаге были изучены интересные культуры (см. табл. 21). В условиях влажного груда на притеррасном понижении (стык пойменной и боровой террас

левого берега р. Десны) в 1938—1939 гг. были созданы культуры дуба с подгоночными породами — тополем бальзамическим, кленом остролистным и ясенем обыкновенным на одном участке (пр. площ. 11) и с тем же тополем, кленом, ясенем и черной ольхой — на другом (пр. площ. 10). К 17—18-летнему возрасту сформировались два насаждения: одно с тополем (10 Т), другое с тополем и ольхой (5Т5Ол) в I ярусе и остальными породами в угнетенном II ярусе. В смешанном с ольхой насаждении по сравнению с чистым средний диаметр тополя оказался большим на 26%, средняя высота — на 22%, а объем ствола среднего дерева — даже в два с лишним раза. Благодаря очень редкому размещению по площади ольха совершенно не испытывала угнетения тополя. К тому же бальзамический тополь не отличается такой большой энергией роста, как, например, тополь майский. Общий запас древесины в смешанном тополево-ольховом насаждении был на 34% большим, чем в чистом тополевом. Эта разница будет значительно большей в пользу смешанного насаждения, если расчет сделать на одинаковое количество деревьев тополя. В данном случае черная ольха оказала положительное влияние на рост тополя бальзамического.

В кв. 89 Бочанского лесничества Конотопского лесхоззага в 1950 г. на площади 1,5 га в условиях сырого сугрудка были созданы ольхово-тополевые культуры по схеме — 2 ряда тополя майского, 1 ряд ольхи. Размещение посадочных мест  $2 \times 1$  м. Позже, в 1951 г., рядом в аналогичных условиях были созданы чистые тополевые культуры по идентичной агротехнике. В 1968 г. эти культуры были изучены нами, первые — весной, вторые — осенью, т. е. обе культуры в 18-летнем возрасте (см. пр. площ. 262 и 263 в табл. 21). Черная ольха в смешанном насаждении отстала по росту от тополя и находится во II ярусе. Средний диаметр тополя на участке с ольхой больший, чем на участке с одним тополем, на 38%, высота — на 12%, а объем ствола среднего дерева — почти в два раза.

Ввод черной ольхи в смешанное с тополем насаждение звенями в количестве до 30% от общего количества посадочных мест также положительно влияет на рост тополя. Так, в 17-летнем ольхово-тополевом насаждении в Веркиевском лесничестве Нежинского лесхоззага по сравнению с чистым насаждением средний диаметр тополя увеличился на 29%, высота — на 6%, а объем ствола среднего дерева — почти в два раза. Повторные обмеры в 29-летнем возрасте свидетельствуют об уменьшении этого превышения — по диаметру до 20%, по высоте — до 3% и по объему ствола — до 48%. Еще меньший эффект влияния введенной звенями в ряды тополя ольхи получен в 9- и 14-летнем насаждении в Березнянском лесничестве Черниговского лесхоззага (см. пр. площ. 170 и 171, 232 и 233).

Хорошие результаты получены в опытных культурах Олишевского лесничества Мринского лесхоззага. В 1962 г. на очень увлажненном участке (С<sub>5</sub>) были созданы чистые тополевые культуры с размещением посадочных мест 3×3 м. На части участка в трехметровые междурядия при этом была высажена черная ольха — два ряда с размещением через 3×1 м. Уже в 7-летнем возрасте тополь в смешанном насаждении по сравнению с чистым имел диаметр больший на 53%, высоту — на 55%, объем ствола среднего дерева — в 2,8 раза. Запас древесины тополя в смешанном с ольхой насаждении равен 16 м<sup>3</sup>/га, а в чистом — 5, т. е. в три раза меньший. С учетом древесины ольхи превышение оказывается еще большим. Для данных условий такая схема смешения тополя с ольхой оказалась наиболее удачной.

В Бочанском лесничестве Конотопского лесхоззага на 4 опытных участках нами испытываются четыре схемы смешения ольхи с тополем (табл. 21): 1) 1 ряд тополя, 1 ряд ольхи (пр. площ. 248); 2) 2 ряда тополя, 1 ряд ольхи (пр. площ. 246); 3) 3 ряда тополя, 1 ряд ольхи (пр. площ. 265) и 4) 2 ряда тополя, 2 ряда ольхи (пр. площ. 250). В качестве контроля использовано чистое насаждение тополя майского, созданное по аналогичной агротехнике. Культуры на опытных участках пр. площ. 248, 246 и 250 в 1968 г. достигли 10-летнего возраста, а 265 — 6-летнего возраста. По сравнению с контролем наилучший рост тополь имеет при смешении его двух рядов с двумя рядами ольхи: диаметр превосходит контроль на 48%, а объем ствола — в два раза. Почти так же хорошо растет тополь и при смешении его двух рядов с одним рядом черной ольхи. Диаметр при этом превосходит диаметр тополя на контрольном участке на 43%, высота — на 8% и объем ствола — на 85%. Почти не отличаются от контрольного ольхово-тополевые культуры, созданные по первой схеме. В данном случае не исключено отрицательное влияние черной ольхи. Учет массы желваков на корнях черной ольхи (см. табл. 22) показывает, что по сравнению с другими опытными ольхово-тополевыми культурами здесь образовалось очень много желваков, которые естественно фиксируют большое количество атмосферного азота: 271 кг/га против 2—32 кг/га на других участках.

Этот пример еще раз подтверждает отмеченное нами положение о том, что увеличение доли участия ольхи в смешанном ольхово-тополевом насаждении, а следовательно, и концентрации азота в почве для улучшения роста тополя далеко не беспрепятственно. Более того, оказывается, что для тополя совершенно не безразлично и его взаимное размещение с ольхой в насаждении. Одно и то же количество деревьев ольхи — 50%, но размещенное одним или двумя рядами, чередующимися с таким же количеством рядов тополя, оказывает далеко неравнозначное влияние на тополь: в первом случае тополь почти не увеличил своих такса-

Таблица 22

Вес клубневидных желваков на корнях черной ольхи  
в чистых ольховых и ольхово-тополевых насаждениях

Номер пробной площади	Местонахождение	Происхождение	Тип лесорастительных условий	Состав или схема смешения	Возраст	Средние		Вес желваков, кг/га в воздушно-сухом состоянии
						диаметр, м	высота, м	
1	Житомирский лесхоззаг	Л/к	C <sub>4</sub>	10 Ол 1×0,5 м	8	5,0	5,0	411
2	То же	Л/к	C <sub>5</sub>	10 Ол 2×1 м	8	4,0	3,0	30
3	Мринский лесхоззаг	Л/к	D <sub>4</sub>	10 Ол	14	8,0	8,2	382
4	Житомирский лесхоззаг	Ест	C <sub>4</sub>	10 Ол	25	14,0	16,0	464
5	Черниговский лесхоззаг	Л/к	D <sub>4</sub>	10 Ол	35	22,0	21,5	219
6	Конотопский лесхоззаг	Л/к	D <sub>3</sub>	10 Ол	38	17,8	19,8	185
7	То же	Л/к	D <sub>3</sub>	10 Ол	38	18,0	20,0	254
8	Народичский лесхоззаг	Ест	C <sub>5</sub>	10 Ол	40	24,0	22,0	229
9	Житомирский лесхоззаг	Ест	C <sub>5</sub>	10 Ол	40	20,0	24,0	269
10	То же	Ест	C <sub>5</sub>	10 Ол	40	18,0	20,0	30
11	" "	Ест	D <sub>3-4</sub>	10 Ол	45	21,0	28,0	500
12 (248)	Конотопский лесхоззаг	Л/к	C <sub>3</sub>	Т—Ол	12 10	9,5 7,6	9,7 9,1	271
13 (250)	То же	Л/к	D <sub>3</sub>	T—T—Ол—Ол	12 (10)	12,4 5,1	11,7 8,1	32
14 (246)	" "	Л/к	D <sub>3</sub>	T—T—Ол	12 (10)	12,0 7,3	11,1 9,4	9
15 (265)	" "	Л/к	D <sub>3</sub>	T—T—T—Ол	7 (6)	8,9 3,2	7,8 4,4	7
16 (262)	" "	Л/к	D <sub>3-4</sub>	T—T—Ол	20 (19)	25,0 11,1	20,2 12,0	7
17	Мринский лесхоззаг	Л/к	D <sub>4</sub>	T—T—Ол	10	13,5 5,4	12,6 6,6	2

ционных показателей по сравнению с контролем, а во втором существенно увеличил их, объем ствола даже удвоился. Конечно, эти результаты еще не окончательные, опытным культурами исполнилось только 10 лет, но не учитывать их уже нельзя.

Опытные культуры в Каменно-Бродском лесничестве Барановского лесхоззага, созданные по старопашне в условиях

влажного сугрудка ( $C_3$ ), показывают, что уже в 6-летнем возрасте черная ольха, смешанная с тополем белым через один ряд, оказывает заметное положительное влияние на рост и этого тополя. По сравнению с чистым контрольным насаждением в смешанном диаметр и высота тополя белого достоверно увеличились на 12%, а объем ствола среднего модельного дерева — на 38%.

10-летние опытные культуры в Олишевском лесничестве Мринского лесхоззага показали (пр. площ. 286 и 280), что в условиях сырого груда ( $D_4$ ) схема смешения тополя с ольхой — 2 ряда тополя, 1 ряд ольхи — не является оптимальной. Ольха сильно отстала в росте от тополя, угнетается им и оказала на тополь пока незначительное положительное влияние. Средний диаметр тополя здесь превосходит диаметр тополя на контрольном участке лишь на 10%, высота — на 9%, а объем ствола — на 34%. К тому же и эти результаты являются, по-видимому, результатом влияния ольхи в значительной мере в первые годы до сильного угнетения ее тополем.

Таким образом, почти во всех случаях смешения тополя с ольхой в производственных опытных культурах при любой схеме смешения черная ольха оказывает заметное положительное влияние на рост тополя. Существенно увеличиваются при этом диаметр, высота и объем ствола.

Однако, как видно из табл. 21, в большинстве случаев, когда ольха вводилась в насаждение тополя за счет уменьшения количества его деревьев, положительное влияние черной ольхи на рост тополя не восполняло по общему запасу древесины этого уменьшения. Запас древесины в контрольных чистых тополевых насаждениях, как правило, был большим, чем в смешанных ольхово-тополевых. Это говорит, с одной стороны, о том, что взятые схемы смешения с тополем неудачны, они не способствуют получению наибольшего эффекта от ольхи. С другой стороны, ввод ольхи в тополевые насаждения необходимо делать без уменьшения общего количества деревьев тополя на единице площади.

Будучи в какой-то мере угнетенной, черная ольха очень мало образует на своих корнях желваков с азотфиксирующими микроорганизмами. Так, если в чистых 8—14—25-летних черно-ольховых насаждениях с хорошей аэрацией поверхностного слоя почвы (условия  $C_4$ ,  $D_4$ ) в почве имеется от 382 до 464 кг/га желваков, то в 20-летних ольхово-тополевых культурах с угнетенной ольхой (2 ряда тополя, 1 ряд ольхи, пр. площ. 16 (262) в табл. 22) их имеется 7 кг/га. Естественно предположить, что имеющийся эффект влияния ольхи в этих культурах в настоящее время является результатом ее влияния в первые 10—12 лет, т. е. до угнетения.

Очень мало имеется пока желваков в почве в опытных ольхово-тополевых культурах, созданных по схеме смешения: 2 ряда

тополя, 2 ряда ольхи — 32 кг/га, 3 ряда тополя, 1 ряд ольхи — 7 кг/га, 2 ряда тополя, 1 ряд ольхи — 2 кг/га. На опытном участке 248 в 11-летних культурах, созданных по схеме — 1 ряд тополя, 1 ряд ольхи, имеется уже 271 кг/га желваков. Такая масса желваков, по-видимому, фиксирует слишком много азота, так как тополь почти не реагирует на него.

Естественно предположить, что взаимодействие черной ольхи с тополем не ограничивается только рамками положительного влияния на тополь обогащения почвы азотом за счет симбиоза ольхи с микроорганизмами. Нам удалось в какой-то мере осветить лишь одну, возможно главную, сторону этого процесса.

Таблица 23

Взаимовлияние черной ольхи и тополя в смешанных культурах

Количество пробных площадей	Участие ольхи в насаждении, % по колич. деревьев	Таксационные показатели тополя, % от показателей ольхи			Количество пробных площадей	Участие тополя в насаждении, % по колич. деревьев	Таксационные показатели черной ольхи, % от показателей тополя		
		диаметр	высота	объем ствола			диаметр	высота	объем ствола
1	5	162	132	235	1	36	50	60	18
2	23	298	132	633	1	44	80	94	53
2	32	278	184	847	3	47	71	83	57
1	39	279	177	725	2	52	51	77	18
2	48	204	131	588	1	61	36	38	14
3	53	159	125	321	2	68	36	54	12
1	56	125	107	189	2	77	44	76	16

Биохимические взаимодействия этих двух пород, по-видимому, очень сложные и многосторонние.

Анализ взаимовлияния ольхи и тополя в рассмотренных выше опытных и производственных смешанных культурах по относительным диаметрам, высотам и объемам стволов (см. табл. 23 и рис. 5—9) дает основания сделать следующие выводы.

Во всех случаях по энергии роста ольха уступает тополям. Увеличение доли участия тополя в смешанном ольхово-тополевом насаждении свыше 40% по количеству деревьев в 10—20-летнем возрасте отрицательно сказывается на росте черной ольхи.

Оптимальной долей участия ольхи в смешанном ольхово-тополевом насаждении, при которой тополя в наибольшей мере увеличивают свой прирост по сравнению с чистыми насаждениями, является 35—45% по количеству деревьев в 10—20-летнем возрасте. Снижение или увеличение этих пределов резко уменьшает положительный эффект от влияния ольхи.

Результаты изучения взаимодействия ольхи с тополем на контактах их чистых культур и первого опыта создания смешанных ольхово-тополевых культур позволяют установить следующие принципы создания и выращивания ольхово-тополевых культур.

1. Создание и выращивание ольхово-тополевых культур можно осуществить с разновременным и одновременным вводом пород. При разновременном вводе пород целесообразно вначале создать кулисные черноольховые культуры — густые кулисы из 3—4 рядов ольхи должны чередоваться с междукулисными оставляемыми для тополя полосами шириной от 2 до 4 м. Тополь высаживается через 3—4 года крупномерными одно- или двухлетними саженцами. При одновременном вводе пород участие в культурах ольхи не должно снижать оптимального для данных лесорастительных условий количества посадочных мест тополя. Ольха высаживается в широких междуурядиях двух- или трехрядными густыми кулисами. Густые культуры черной ольхи в кулисах с размещением 1×1 и 1×0,5 м предпочтительнее редких.

2. Главной породой в смешанных ольхово-тополевых культурах в условиях влажных и сырых грунтов и сугрудков должен быть тополь, второстепенной, подгоночной, почвоулучшающей — черная ольха.

3. Во время ухода за смешанными насаждениями нецелесообразно вырубать отставшие и угнетаемые тополем деревья черной ольхи, пока они вегетируют.

4. Участие черной ольхи в 10—20-летних смешанных насаждениях без внесения фосфорных и калийных минеральных удобрений не должно превышать 35—45% от общего количества деревьев на гектаре.

5. В условиях избыточного увлажнения ( $C_5$ ,  $D_5$ ) при выращивании ольхово-тополевых культур главной породой должна быть ольха. Учитывая, что в этих условиях ольха образует значительно меньше желваков, чем в сырых и влажных типах, долю ее участия в смешанном насаждении можно увеличить до 70—80% и ориентироваться не только на ее почвоулучшающие свойства, но и на выращивание спелой древесины.

Черная ольха в лесном хозяйстве может в значительной мере заменить азотные удобрения, в частности, при выращивании высокопродуктивных тополевых насаждений. Даже при выращивании тополей на чистых песках действие ольхи на тополь равнозначно внесению минеральных удобрений.

Д. Н. Прянишников сравнивал каждый куст люпина по способности фиксировать молекулярный азот с миниатюрным азотным заводом. В лесном хозяйстве таким значительно более мощным заводом является черная ольха. Необходимо умело использовать продукцию этого завода для повышения продуктивности лесов.

## Взаимодействие тополя с дубом и его спутниками

В зарубежной научной литературе по тополям нередко можно встретить рекомендации выращивать тополь совместно с медленнорастущими древесными породами, в частности с дубом и его обычными дубравными спутниками. Создание таких культур практикуется, например, в Венгрии, Румынии и в других странах центральной и северной Европы. Карол Кочарди и Ласло Римлер рекомендуют выращивать тополь как культуру предварительного пользования вместе с дубом и его спутниками. Тополь размещается при этом не гуще, чем  $8 \times 8$  и  $10 \times 10$  м, и уже в 10—15-летнем возрасте полностью вырубается. Аналогичным путем практикуют выращивание тополя с дубом и его спутниками в Румынии (Филимонова, 1962; Озолин, Ростовцев, 1963). Шникер в ФРГ оценивает как очень удачное смешение тополя с кленом и ясенем американским. Размещение тополя при этом очень редкое —  $10 \times 10$  м, но вырубать его он рекомендует в 50—70-летнем возрасте (Эйзенрейх, 1959). В Югославии и Румынии выращивание тополей в смешанных культурах с ясениями американским и пенсильванским, а также с ивой белой не дало положительных результатов.

Опыт выращивания тополей в смешанных культурах с дубом и его обычными дубравными спутниками — ясенем, кленом, берестом и т. д. на Украине дал отрицательные результаты. В период с 1935 по 1941 г. в лесостепи и полесье УССР наряду с чистыми на больших площадях были созданы смешанные культуры с другими лиственными породами. Тополь высаживали вместе с дубом, берестом, кленами, ясенем, вязом, березой, желтой акацией, кленом татарским и пр. Во всех таких культурах главной породой считался дуб, а тополь был лишь одним из его спутников, подгоном. В большинстве случаев почти до 1950 г. рубки ухода в таких культурах не проводились.

Нами изучены такие 16—30-летние культуры в левобережной лесостепи и в полесье УССР на 25 участках путем закладки пробных площадей с учетом и обмером всех деревьев и учетом корней по Н. А. Качинскому. В условиях свежего сугрудка в 1940 г. в Бочанском лесничестве Конотопского лесхоззага Сумской области были созданы культуры по схеме: 2 ряда тополя майского и 1 ряд с поддеревным чередованием дуба черешчатого и клена остролистного. Размещение посадочных мест  $2,0 \times 1,0$  м. Подготовка почвы заключалась в напахивании борозд. Уход за культурами велся в течение трех лет только в рядах, что несомненно отрицательно повлияло на общую их продуктивность. К 16-летнему возрасту (1956 г.) сформировалось сомкнутое чистое насаждение тополя. Средняя высота его была равна 11,2 м, средний диаметр — 9,8 см, запас стволовой древесины —  $92 \text{ м}^3/\text{га}$ . Дуб и клен под угнетением тополя почти полностью погибли, остатки их (14 и 19% деревьев от первоначального коли-

чества) были представлены угнетенным ярусом высотой до 1,0 м.

В Барышевском лесничестве Бориспольского лесхоззага Киевской области в условиях  $C_3$  и  $CD_3$  в 1938—1939 гг. были созданы смешанные культуры тополя майского и дуба черешчатого по трем схемам: 1) 1 ряд тополя и 5 рядов дуба, 2) 1 ряд тополя и 3 ряда дуба и 3) 1 ряд тополя и 1 ряд дуба. Размещение посадочных мест в культурах по первой и третьей схемам было  $2,0 \times 1,0$  м, а по второй — в рядах через 1 м, между рядом тополя и дуба — 2,0 м и между рядами дуба — 1,5 м. К 17—18-летнему возрасту во всех культурах тополь создал первый ярус. В культурах по первой схеме смещения угнетенный ярус дуба был средней густоты и надежным для создания в будущем после постепенной рубки тополя первого яруса насаждения. При этом на 1 га насчитывалось 2720 шт. дубков (89% от первоначального количества), 425 шт. груши лесной, 565 шт. береста, 25 шт. ясения и березы. Груша и береста были частично введены в ряды дуба при создании культур. Однако высота дубков была в 5 раз, а диаметр почти в 12 раз меньшим, чем высота и диаметр тополя. В культурах, созданных по второй и третьей схемам, состояние дуба было безнадежным. При этом в условиях  $C_3$  состояние дуба было худшим, чем в условиях  $CD_3$ . Так, дубков сохранилось в первом случае 38, а во втором 62% от первоначального количества, средние высоты были равны соответственно 1,2 и 2,5 м, средние диаметры — 1,0 и 2,0 см. В обеих культурах тополь сильно угнетает дуб, и последний вряд ли создаст хорошее насаждение даже при рубке всех деревьев тополя. Повторные обмеры этих культур в 1962 г. показали, что с возрастом положение дуба не улучшилось.

В Черниговском лесничестве Черниговского лесхоззага дубово-ясенево-тополевые культуры были созданы в 1939 г. в условиях влажного сугрудка по бывшему выгону в кв. 45 на площади 11,6 га и в кв. 38 по бывшему сенокосу на площади 1,3 га. Подготовка почвы была частичной — напашка борозд через 2 м. Тополь майский высаживался черенками через 0,8—1,0 м в ряду, ясень обыкновенный — однолетними сеянцами, а дуб черешчатый высевался желудями примерно через 0,4 — 0,6 м в ряду. В течение первых трех лет за культурами велся частичный уход путем прополки в рядах. По типу смещения культуры созданы в обоих кварталах в двух вариантах:

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 1. Т—Яс—Т—Д—Д—Д | 2. Т—Яс—Д—Д—Д—Яс |
| Т—Яс—Т—Д—Д—Д    | Т—Яс—Д—Д—Д—Яс    |
| Т—Яс—Т—Д—Д—Д    | Т—Яс—Д—Д—Д—Яс    |

При создании культур главной породой считался дуб, а тополь и ясень — второстепенными, подгоночными для дуба. Предусматривалось периодически вырубать тополь как быстрорастущую породу. В 1948 г. в кв. 45 на площади 1,6 га (0,6 га

первого варианта и 1,0 га второго) тополь был срублен. Общий запас срубленной древесины был равен в культурах первого варианта  $94 \text{ м}^3/\text{га}$  и второго —  $100 \text{ м}^3/\text{га}$ . Средний диаметр и средняя высота тополя в культурах второго варианта при этом были на 10—15% большими, чем в культурах первого варианта. В 1955 г. в кв. 45 на оставшейся без рубки площади этих культур (10 га) ряды тополя были изрежены с вырубкой  $15 \text{ м}^3/\text{га}$ . В кв. 38 рубки ухода не проводились.

Ко времени изучения (1962 и 1968 гг.) все участки культур обоих вариантов были представлены двухъярусными насаждениями. Тополь находился в I ярусе и сильно угнетал дуб и ясень, находившиеся во II ярусе. При общем угнетенном состоянии дуба и ясения по всей площади культур в кв. 45 и 38 рост их неодинаков по вариантам. Средняя высота дуба в первом варианте, где ряды тополя спарены через один ряд ясения, в 22-летнем возрасте была в 5,4 раза (в кв. 45) и в 7,2 раза (в кв. 38) меньше высоты тополя; во втором варианте, где ряды дуба отгорожены от тополя одним рядом ясения, она была меньшей соответственно в 4,2 и 4,0 раза. Высота дуба в культурах второго варианта на 30% большая, чем в культурах первого варианта в кв. 45, и в 2,2 раза, чем в кв. 38. Несколько больше, чем у дуба, высота ясения в обоих вариантах культур. Однако, как и дуб, он очень сильно угнетен тополем. Не намного лучшим было состояние дуба и ясения и в культурах, где тополь был срублен в 1948 г. Уже через 13 лет тополь снова угнетает дуб и ясень, превышая их по высоте в 2,0—2,5 раза в обоих вариантах культур.

Средние размеры деревьев тополя в культурах первого варианта с размещением его  $3,6-7,8 \times 1,0 \text{ м}$  меньше, чем во втором варианте с размещением его  $11,6 \times 1,0 \text{ м}$ . В культурах кв. 38 на пр. площ. 125 и 126 эта разница была равна в 22-летнем возрасте по высоте 0,6 м, по диаметру 4,0 см и в кв. 38 на пр. площ. 136 и 137 — соответственно 3,2 м и 5,4 см. Запас древесины тополя в культурах второго варианта, где тополь размещен реже, больший в кв. 45 на  $9 \text{ м}^3/\text{га}$ , а в кв. 38 — на  $45 \text{ м}^3/\text{га}$ , чем в культурах первого варианта. Общая продуктивность культур в кв. 38 несколько большая, чем в кв. 45. С учетом вырубленных при прореживании 1955 г.  $15 \text{ м}^3/\text{га}$  в культурах кв. 45 разница в общей продуктивности уменьшится. Средние высоты и диаметры тополя в кв. 45 большие, чем в кв. 38. Вероятной причиной этого является проведенное прореживание рядов тополя в культурах кв. 45, когда были вырублены более тонкие и отстальные в росте деревья тополя. Это отразилось и на выходе сортиров. Выход пиловочника в культурах кв. 45 по вариантам равен 3,0 и 56%, а в культурах кв. 38 — соответственно 8 и 51% от общего запаса древесины, а всего деловой древесины в кв. 45—49 и 75%, а в кв. 38 — 70 и 78%. В культурах с более редким размещением тополя (второй вариант) выход деловой дре-

весины в целом, и особенно крупных сортиментов, значительно больший, чем при более густом размещении тополя (первый вариант).

В культурах, где тополь был срублен в 1948 г., общий запас всей древесины — срубленной и вновь выращенной — равен по вариантам 1 и 2 194 и 203 м<sup>3</sup>/га против 226 и 235 м<sup>3</sup>/га в культурах без сплошной рубки тополя. Выход сортиментов в первом случае в 2—3 раза меньший, чем во втором.

Повторные обмеры этих культур в 29-летнем возрасте (1968 г.) показали, что общая картина не изменилась. Дуб вытянулся по высоте, особенно на участках, где тополь в 13 лет был посажен на пень и при малейшем изменении густоты сильно изгибается, наклоняясь вершинками к земле.

В Лебединском лесничестве Лебединского лесхоззага Сумской области смешанные культуры с участием тополя майского и дуба обыкновенного в сороковые годы были созданы на площади 100 га. В условиях свежего груда (D<sub>2</sub>) нами изучены 4 участка таких культур.

В кв. 26 (пр. площ. 24) на площади 10 га по сплошь вспаханной почве в 1939 г. были созданы смешанные культуры тополя, береста, ясения, березы и дуба по схеме:

Т—Брс—Т—Брс  
Яс—Яс—Яс—Яс (Бз)  
Д—Д—Д—Д

Размещение посадочных мест — 2×1. В 1956 г. культуры были представлены двухъярусным древостоем с тополем в I ярусе и другими породами в очень угнетенном II. Тополь достиг высоты 20,0 м, диаметра 25,9 см, запас стволовой древесины равен 230 м<sup>3</sup>/га. Дуб, ясень и берест достигли высоты в среднем 4 м и диаметра 3 см. Состояние угнетенного яруса можно считать удовлетворительным: после осторожной выборки тополя он мог бы создать первый ярус древостоя.

В кв. 25 и 26 того же лесничества в аналогичных условиях были созданы культуры тополя майского, ясения зелёного и дуба черешчатого по схемам:

1. Т—Т—Т—Т  
Яс. з.—Яс. з.—Яс. з.—Яс. з. (пр. площ. 25)  
Д—Д—Д—Д

2. Т—Т—Т—Т  
Д—Д—Д—Д (пр. площ. 26)  
Яс. з.—Яс. з.—Яс. з.—Яс. з.

Размещение посадочных мест — 2×1. Как и в предыдущих примерах, здесь сформировались двухъярусные насаждения с хорошим I ярусом тополя и угнетенным ярусом дуба и ясения зелёного. Тополь достиг к 1956 г. высоты 22,4—22,2 м, среднего диаметра — 27,8—26,4 см, дуб соответственно 3,0 м 4,0—2,5 см, а ясень зелёный — 3,0—5,0 м и 3,0—3,5 см. Запас стволовой древесины тополя на пр. площ. 25 в 16 лет равен 290 м<sup>3</sup>/га, а на пр. площ. 26 в 17 лет — 258 м<sup>3</sup>/га.

Аналогичные результаты получены и при посадке в подобных условиях смешанных культур тополя майского, береста, дуба, желтой акции, клена остролистного, ясения обыкновенного и березы в кв. 29 (пр. площ. 27) по схеме:

Т—Д—Ак. ж—Кл  
Брс—Ак. ж—Д—Яс  
Т—Д—Ак. ж—Бз  
Брс—Ак. ж—Д—Кл

Размещение посадочных мест  $2,0 \times 1,0$  м. Несмотря на то, что черенков тополя было высажено всего лишь 625 шт/га, он создал хороший I ярус древостоя со средней высотой 21,4 м, средним диаметром 28,3 см и запасом стволовой древесины 258 м<sup>3</sup>/га. Все другие породы оказались в более или менее угнетенном состоянии. Дуб достиг высоты 5,5 м и диаметра 5,0 см, клен — соответственно 5,0 м и 5,5 см, ясень — 4,5 м и 2,5 см и т. д. В данном случае не исключена возможность положительного влияния на рост тополя желтой акции как азотособирателя.

Такие же результаты получены и при выращивании тополя майского с дубом и его спутниками в Сумском лесхоззаге Сумской области в условиях CD<sub>3</sub> и Борзенском лесхоззаге Черниговской области в условиях D<sub>3</sub>.

Изучение соотношения в почве активных мелких (толщиной до 2 мм) корней различных пород при совместном их выращивании (в монолитах по Н. А. Качинскому) показало, что во всех случаях мелкие корни тополя абсолютно преобладают над корнями других пород. Тополь занял своими корнями всю площадь под насаждением, несмотря даже на значительно меньшее по сравнению с другими породами первоначальное количество посадочных мест.

Таким образом, во всех случаях совместного выращивания дуба, а также его обычных дубравных спутников (береста, ясения, клена остролистного и др.) с тополем последний быстро перегоняет по росту все другие породы, угнетает их и создает фактически чистый древостой. Слишком велика разница в быстроте роста тополя и дуба с его обычными спутниками, чтобы можно было их выращивать совместно. В конкуренции за влагу, свет и другие элементы питания тополь легко и быстро побеждает дуб с его спутниками. Без своевременных рубок ухода, которыми периодически бы вырубался тополь, выращивание дуба с тополем как одним из своих спутников обречено на полную неудачу.

Иногда состояние отсталых в росте дуба, ясения, клена позволяет надеяться в будущем на создание из них первого яруса при условии периодической рубки тополя. Даже в этом случае, однако, вряд ли целесообразно будет таким путем выращивать древесину дуба и тополя. Выращивание дуба с кленом, ясенем, липой и другими породами без тополя, а также чистых тополе-

вых или смешанных черноольхово-тополевых культур, как известно, дает хорошие результаты.

Размещение дуба единичными рядами в соседстве с быстро-растущими породами, особенно с тополем, явно противоречит биологии дуба и неизбежно приводит к сильному его угнетению, вплоть до полного выпадания из насаждения. Угнетенные дубки при этом обычно имеют слаборазвитую корневую систему и менее долговечны.

Гибель дуба уже в 10 лет после посадки при совместном выращивании его с тополем бальзамическим в полезащитных лесных полосах констатировал Г. П. Петров (1955). Тополь при этом был введен в культуры лишь в количестве 10—20%, а ряды дуба находились от рядов тополя на расстоянии не менее 3 м, своевременно проводились рубки ухода, во время которых вырубался в основном тополь. Несмотря на все это, дуб полностью погиб. Этот пример еще раз подчеркивает исключительную конкурентную способность тополя. Тополь не терпит соседства таких пород, которые конкурируют с ним в борьбе за свет, влагу, питательные вещества и пр.

Выращивание тополя с дубом, даже при небольшой доле участия его в насаждении, нецелесообразно. Если же такие культуры были созданы почему-либо раньше, то при более или менее благоприятных для роста тополя условиях местопроизрастания необходимо ориентироваться на выращивание древесины тополя и в связи с этим проводить соответствующие хозяйствственные мероприятия.

### Опыт использования тополя как сопутствующей породы при выращивании дубово-сосновых культур

В 30-е и 40-е годы текущего столетия во многих лесхоззагах Черниговской, Житомирской, Сумской и других областей УССР на месте погибших от корневой губки и ослабленных сосновым шелкопрядом чистых сосновых насаждений в условиях суборей были созданы тополево-дубово-сосновые культуры. Только в Черниговском лесхоззаге таких культур было создано на площади свыше 400 га. Чередование пород было принято рядами. Несколько рядов сосны обыкновенной чередовались с одним или несколькими рядами дуба черешчатого, а в качестве буфера между ними размещался один ряд тополя майского. Подготовка почвы везде была частичной, путем напахивания гребней в междурядиях вырубленного насаждения через 2 м, шириной 30—40 см. Сосна и дуб высаживались сеянцами, а тополь — черенками с размещением в ряду через 0,7—0,8 м. Рекомендации вводить тополь в условиях суборей в сосновые и неудачные сосново-дубовые культуры имелись и в некоторых официальных изданиях по типам лесных культур.

В течение 1961—1962 и 1968 гг. нами изучен 28-летний опыт совместного выращивания тополя, дуба и сосны в условиях субборей и частично сугрудков в их смешанных тополево-дубово-сосновых культурах в Черниговском, Нежинском и Полтавском лесхоззагах. Комплексные исследования произведены на пробных площадях, заложенных в типичных, наиболее широко распространенных насаждениях. По две пробные площади заложены в условиях свежей (133 и 146) и влажной субори (131 и 132), влажного сугрудка (160 и 195) и одна в условиях богатой влажной субори (134). Для контроля по одной пробной площади в условиях свежей и влажной субори заложено в чистых сосновых культурах (168 и 169). Все насаждения пробных площадей расположены в пределах боровой террасы рек Десны и Ворсклы, левых притоков р. Днепр. Почва на участках слабо- и среднедерново-подзолистая, супесчаная, свежая или влажная, на чистых песчаных или с легкосуглинистыми иловатыми прослойками речных отложений. Агротехника создания культур на всех участках идентичная — частичная подготовка почвы, размещение  $2 \times 0,7$ —0,8 м, посадка под меч Колесова, уход в рядах.

На каждой пробной площади, кроме обычных перечетов количества деревьев, обмеров диаметров и высот отдельно по породам, проведено изучение хода роста и выхода сортиментов по модельным деревьям от групп ступеней толщины и корненаселенности методом монолитов  $0,5 \times 0,5 \times 1$  м по Н. А. Качинскому. На 9 пробных площадях взято 63 модельных дерева сосны и тополя и 10 почвенных монолитов.

Тополево-дубово-сосновые культуры созданы по четырем вариантам смешения:

- |                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 1. С—С—С—С—С—Т—Д—Д—Д—Д—Т | 2. С—С—Т—Д—Т |
| С—С—С—С—С—Т—Д—Д—Д—Д—Т    | С—С—Т—Д—Т    |
| С—С—С—С—С—Т—Д—Д—Д—Д—Т    |              |
| 3. С—С—С—С—С—С—С—Т—Т—Т   | 4. С—С—Оск   |
| С—С—С—С—С—С—С—Т—Т—Т      | С—С—Оск      |
| С—С—С—С—С—С—С—Т—Т—Т      | С—С—Оск      |

К 20-летнему возрасту в составе некоторых насаждений появились от налета и заноса семян птицами из смежных стенд леса береза бородавчатая и акация желтая.

Во всех случаях в условиях свежей субори сформировались двухъярусные насаждения с сосной и тополем в I ярусе и дубом во II. При этом по всем таксационным показателям роста тополь существенно отстает от сосны и в какой-то мере даже угнетается ею. Так, в культурах, созданных по второму варианту (пр. площ. 146), средний диаметр тополя на 3,4 см, а средняя высота на 1,8 м меньше, чем у сосны. Увеличение относительного количества посадочных мест тополя с 18 до 40% (пр. площ. 133 и 146) за счет уменьшения посадочных мест сосны и дуба резко снижает общую продуктивность насаждения: общий

запас древесины в первом случае равен 173 м<sup>3</sup>/га, а во втором — 117 м<sup>3</sup>/га, или на 32% меньше. Общая таксовая стоимость выращенной древесины во втором случае меньше, чем в первом, на 18%.

Абсолютное преобладание сосна имеет и в почве по количеству мелких (тоньше 2 мм) корней: 75% корней от общего их количества являются сосновыми и только 7% — тополевыми. При этом в культурах по первому варианту в верхнем 30 см слое почвы мелкие корни сосны составляют 89% от общего их количества, тополя — лишь 59%; в культурах по второму варианту относительное количество мелких корней сосны и тополя примерно одинаковое — 64 и 65% от общего их количества. В культурах по первому варианту (соотношение количества посадочных мест сосны и тополя 46 и 18% от их общего количества в год создания) к 20 годам соотношение этих пород по количеству деревьев равно 32 и 9%, по запасу древесины — 66 и 15%, по ее таксовой стоимости — 73 и 12%, но весу мелких корней в почве — 75 и 7%. Во втором варианте культур (соотношение посадочных мест сосны и тополя 40 и 40%) соотношения соответственно равны 32 и 22%, 72 и 20%, 87 и 11%, 78 и 15%.

Стволы деревьев тополя в условиях свежих суборей являются хилыми, к 15—20 годам покрыты лишайниками. Во время проведения рубок ухода по количеству деревьев больше вырубается отставших в росте деревьев тополя, чем сосны. Отставание роста тополя по диаметру и высоте имело место на протяжении всего времени выращивания культур.

Дуб в обоих вариантах культур в условиях свежих суборей находится в угнетенном состоянии. Количество мелких корней дуба в почве по сравнению с их количеством у сосны и тополя также незначительно. Средняя высота дубков в первом варианте (4 ряда) в 1,7 раза больше, чем во втором (1 ряд).

Чистое насаждение сосны в условиях свежей субори (пр. площ. 169) имеет несколько меньшие средние диаметры и высоты по сравнению со смешанными тополево-дубово-сосновыми культурами. Общий запас древесины также несколько меньший по сравнению со смешанными культурами по первому варианту. Однако выход деловой древесины и общая стоимость ее значительно больше в чистых культурах, чем в смешанных: соответственно 57 и 44—54%, 272 и 232 — 190 рублей.

Условия свежих суборей являются неблагоприятными для удовлетворительного произрастания тополя майского, они слишком бедные и сухие для него. Так как деревья тополя существенно отстают по росту от сосны, большинство их будет вырубаться при очередных рубках ухода. При этом смешанные тополево-дубово-сосновые культуры превратятся в дубово-сосновые кулисы, общее неудовлетворительное состояние и рост которых общеизвестны. Таким образом, в условиях свежих суборей при создании дубово-сосновых культур тополь является

плохой сопутствующей породой, плохим буфером между сосной и дубом.

Аналогичный вывод вытекает из анализа роста тополево-дубово-сосновых культур и в условиях влажной субори, однако обосновывается он иными причинами. В условиях влажной субори к 20 годам сформировались трехъярусные насаждения с тополем в I, сосной — во II и дубом в III ярусах. Тополь существенно превосходит сосну по всем показателям роста во всех вариантах культур, т. е. как при меньшем, так и при большем участии тополя в культурах. Так, в культурах, созданных по первому варианту, в 20 лет тополь превосходит сосну по среднему диаметру в 2,1 раза, по средней высоте — в 1,4 раза, а по общему запасу древесины — в 1,7 раза, в культурах по второму варианту — соответственно в 1,3—1,4 и 2,1 раза. Деревья сосны в первом и втором смежных с тополем рядах, как правило, сильно угнетены, имеют редкое охвоение побегов и часто усохшие боковые ветви в верхней части кроны и даже усохшую вершину. Несмотря на различное качество древесины тополя и сосны, выход деловой древесины и общая ее таксовая стоимость значительно большие у тополя, чем у сосны. Так, в первом варианте культур общая стоимость выращенной на 1 га древесины тополя равна 94 рубля, а сосны — 51 рубль, в культурах по второму варианту, где сосна преобладает по количеству деревьев, количество мелких корней в однометровом слое почвы несколько больше, чем у тополя, — 54 против 40% от общего их количества. В культурах по второму варианту в почве больше мелких корней тополя, чем сосны: 52 и 46%. Как и в условиях свежих суборей, основная масса мелких корней сосны (96 и 90%) находится в верхнем 30 см слое. Однако в отличие от условий свежих суборей в этом слое находится и абсолютное большинство мелких корней тополя — 100 и 80%. Взаимодействие корневых систем тополя и сосны в данном случае является явно отрицательным для сосны. В данных лесорастительных условиях конкурентоспособность у тополя значительно большая, чем у сосны. Об этом свидетельствует и соотношение этих пород по различным показателям в обоих вариантах культур: по количеству посадочных мест в момент создания культур для тополя — 18 и 40%, для сосны — 46 и 40%, по количеству деревьев в 20 лет — соответственно 13—25% и 33—34%, по запасу древесины 61—63% и 37—30%, по ее таковой стоимости — 64—60% и 35—36% и, наконец, по количеству мелких корней в метровом слое почвы — 40—52% и 54—46%. Анализ хода роста средних модельных деревьев подтверждает отставание роста сосны по диаметру и высоте на протяжении всего периода выращивания культур.

Дуб, как и в условиях свежих суборей, находится в угнетенном ярусе и, несмотря на хорошую сохранность и относительно большее количество деревьев, чем у тополя и сосны, имеет не-

значительные запасы древесины и количество мелких корней в почве.

Смешанные культуры по первому варианту смешения в условиях влажной субори имеют на 39 м<sup>3</sup>/га меньший запас древесины, чем в условиях свежей субори, а по второму — напротив, на 73 м<sup>3</sup>/га больше.

Продуктивность насаждения с преобладанием по количеству сосны большая в условиях, в которых сосна является более конкурентоспособной, чем тополь, в данном примере в условиях свежей субори. При равном участии в насаждении сосны и тополя по количеству посадочных мест (второй вариант культур) большую продуктивность насаждение имеет в условиях влажной субори, в которых конкурентоспособность у тополя значительно большая, чем у сосны.

Чистое сосновое насаждение в условиях влажной субори (пр. площ. 168) значительно более продуктивно, чем смешанные тополево-дубово-сосновые. Общий запас древесины равен соответственно 225 и 134—196 м<sup>3</sup>/га, выход деловой древесины — 65 и 32—55%, таксовая стоимость древесины — 400 и 147—254 рубля. Таким образом, и в условиях влажных суборей тополь является плохим спутником для совместного выращивания сосны и дуба.

В условиях богатых влажных сугрудков (DC<sub>3</sub>) при создании культур по второму варианту смешения уже к 20 годам сосна оказывается во II, а дуб в III угнетенных ярусах (пр. площ. 160). Тополь при этом преобладает над сосновой по всем показателям роста: по среднему диаметру он больше сосны в 1,9 раза, по средней высоте — в 1,4, по запасу древесины — 5,2, а по таксовой ее стоимости — в 5,4 раза.

В почве самый богатый верхний 10 см слой занимают мелкие корни тополя, а сосна довольствуется более бедными, глубже расположеными слоями. Так, в верхнем 10 см слое почвы мелких корней тополя находится 58% от общего их количества, а сосны — лишь 7%, в слое 10—30 см соответственно имеется корней 19 и 45%, в слое 30—50 см — 17 и 16%, в слое 50—80 см — 5 и 31%. 84% всех корней в метровой толще почвы принадлежат тополю и лишь 16% — сосне.

Едва ли целесообразным может быть выращивание в условиях влажных сугрудков и тополя с сосновой без участия дуба. При смешении двух рядов сосны с одним рядом осокоря (пр. площ. 195) сосна настолько отстала в росте от тополя и была угнетена им, что уже к 15—16-летнему возрасту почти полностью выпала. Сформировалось чистое насаждение осокоря с хорошей продуктивностью. В возрасте 23 лет общий запас древесины был равен 426 м<sup>3</sup>/га, в том числе деловой — 323 м<sup>3</sup>/га, или 76%, а общая таксовая стоимость древесины равна 585 рублям. При смешении 7 рядов сосны с 3 рядами тополя (пр. площ. 160) уже в возрасте 10 лет тополь превосходит сосну по среднему диаметру

в 1,8 раза, по средней высоте — в 2 раза и по запасу древесины — в 1,2 раза, несмотря на то, что количество деревьев сосны в 3,5 раза больше, чем тополя. При этом наименьшую высоту имеют смежные с тополем ряды сосны.

Аналогичными являются рост и продуктивность тополево-дубово-сосновых культур и на многих других участках.

Смешанные тополево-дубово-сосновые культуры вторично были изучены через 6 лет, в 1968 г. При этом было установлено, что сделанные нами по результатам изучения этих культур в 20-летнем возрасте выводы и прогнозы о дальнейшей судьбе этих культур полностью подтвердились. В результате гололеда зимой 1967 г. очень сильно была повреждена сосна на пр. площ. 133 — в условиях свежей субори первый вариант смешения. Во время последовавшей после гололеда рубки была почти полностью вырублена сосна, осталось лишь 14% ее количества деревьев в 21-летнем возрасте. Изрежены были и ряды тополя за счет выборки отставших по росту деревьев. В результате резко возросли средние диаметры и высоты тополя. Результатом дифференциации деревьев и рубки явилось сформирование трехъярусного насаждения с тополем в I ярусе, березой и сосной во II и дубом в III. Общее состояние насаждения неудовлетворительное. Не исключено повреждение сосны на данном участке корневой губкой.

В насаждении по второму варианту смешения (пр. площ. 146 и 257) состав и ярусы остались те же. Тополь по-прежнему отстает по росту от сосны. Во время очередных рубок ухода больше вырубалось отставших деревьев тополя (70%) и меньше сосны (40%). Вырублено и 80% отставших в росте дубков. Запас древесины в 27-летнем возрасте равен 150 м<sup>3</sup> против 258 м<sup>3</sup> в чистом сосновом насаждении.

В условиях влажной субори в насаждении по первому варианту смешения во время очередного прореживания большинство крупных тополей (62%), угнетавших сосну, было вырублено и вместо трехъярусного в 21-летнем возрасте сформировано двухъярусное насаждение с березой, сосной и тополем в I и дубом во II ярусах. Резко уменьшились при этом средние диаметры и высоты тополя. Остатки тополя, по-видимому, будут вырублены в ближайшие годы. Формируется березово-сосновое насаждение. Запас древесины в 28-летнем смешанном насаждении равен 84 м<sup>3</sup>/га против 390 м<sup>3</sup>/га в чистом сосновом насаждении.

В насаждении по второму варианту смешения в условиях влажной субори (пр. площ. 131 и 253) тополь по-прежнему значительно превосходит сосну. Во время проведенного здесь прореживания равномерно вырубались отставшие в росте тополь и сосна. Вырубка одного тополя, учитывая схему смешения, привела бы к расстройству насаждения. Во II ярусе увеличилась доля березы — с 10 до 50%. Запас древесины в этом насаждении

нии в 27 лет в два раза меньший, чем в чистом сосновом насаждении, — 192 против 390 м<sup>3</sup>/га.

В более богатых условиях местопроизрастания — ВС<sub>3</sub> (см. пр. площ. 134 и 256) береза, отстав от тополя, ушла во II ярус, а сосна практически выпала, ее осталось лишь около одного процента от количества деревьев в 20-летнем возрасте.

В насаждении по третьему варианту смешения (7 рядов сосны, 3 ряда тополя) через 6 лет превосходство тополя над сосновой еще больше увеличилось. Отставшая в росте от тополя и угнетенная им сосна на 80% была вырублена во время проведения прочисток.

Соседство тополя для сосны в этих условиях явно неблагоприятное. Тополь, напротив, за счет занимаемой сосновой площади увеличивает свои диаметры и высоту, т. е. показывает опушечный эффект.

Результаты исследований показывают, что использование тополя в качестве сопутствующей буферной породы при выращивании сосново-дубовых культур является нецелесообразным. При этом в условиях свежей субори тополь отстает в росте от сосны и даже угнетается ею, снижает общую продуктивность насаждения, а в условиях влажных суборей и в более богатых суборях и сугрудках тополь быстро обгоняет по росту сосну и угнетает ее, в результате общая потенциальная продуктивность насаждения существенно снижается.

### Взаимодействие тополя с желтой акацией, бузиной и березой

Желтая акация известна лесоводам как азотособиратель и как почвоулучшающий кустарник. Желтая акация сильно иссушает почву и вследствие этого снижает производительность и долговечность насаждений тополя в условиях Каменной степи. Е. Д. Годнев (1950) в условиях Бузулукского бора также констатировал суховершинность и недолговечность насаждений бальзамического тополя с подлеском из желтой акации, тогда как с подлеском из бересклета рост и состояние культур тополя были хорошими.

Изученные нами немногочисленные тополовые культуры с подлеском из желтой акации в условиях достаточного увлажнения свидетельствуют об определенном положительном влиянии желтой акации на тополь. Показательно в этом отношении сравнение двух пробных площадей в условиях влажного сугрудка, заложенных нами в Никольском лесничестве Сумского лесхоззага (пойма р. Псёл). Пробные площади заложены в тополево-дубово-ясенево-берестовых культурах, различающихся между собой лишь тем, что в дубовый ряд одной из них была введена желтая акация. В культурах с желтой акацией тополь растет несколько лучше (табл. 24). К 17 годам запас древесины

тополя увеличился против запаса древесины культур без желтой акации на 27 %.

О положительном влиянии желтой акации на рост тополя в условиях достаточного увлажнения свидетельствует и изученное нами насаждение осокоря в кв. 80 Котелевского лесничества Полтавского лесхоззага (пр. площ. 56 и 195). Культуры были созданы в 1941 г. по схеме: 1 ряд осокоря, 1 ряд сосны обыкновенной. Размещение посадочных мест 1,5—1 м. В междурядия сосны и тополя, а также в ряды тополя была введена желтая акация. Уже к 16 годам сосна почти полностью выпала из насаждения. Сформировалось чистое насаждение осокоря с гу-

Таблица 24

Влияние желтой акации на рост тополя майского

Состав культур	Характеристика тополя				
	клич. деревьев на 1 га	средние		запас стволовой древесины	
		диаметр, см	высота, м	м <sup>3</sup> /га	%
Культуры без желтой акации . . . . .	680	24,3	20,0	205	100
Культуры с желтой ак- ацией . . . . .	611	25,9	20,8	261	127

стым буйно разросшимся подлеском из желтой акации. В 16 лет тополь имел средний диаметр 21,0 см, среднюю высоту 20,5 м, а в 23 года — соответственно 24,7 см и 22,7 м. Запас древесины тополя был равен в 16 лет — 301 м<sup>3</sup>/га, а в 23 года — 426 м<sup>3</sup>/га. Желтая акация достигла высоты 3,0—3,5 м. Под пологом древостоя совершенно отсутствует травянистая растительность.

Проведенные А. К. Ковалевским и Д. Д. Лавриненко (Создание тополевых насаждений, 1966) в этом насаждении наблюдения за опадом и корненаселенностью почвы показали, что желтая акация хорошо уживается с тополем, создавая густой ярус подлеска и даже преобладая в почве. Лишь в засушливые годы она может конкурировать с тополем за влагу. Так, в 1959 засушливом году по сравнению с нормальным по влажности 1958 г. желтая акация не уменьшила, как тополь, а даже увеличила свой опад в 2,5 раза.

Отрицательное влияние бузины красной на рост бальзамического тополя наблюдал Е. Д. Годнев (1950) на боровых песках в Бузулукском бору. Культуры тополя бальзамического были созданы в 1934 и 1935 гг. посадкой черенков 3×1 м. В междурядия тополя на различных вариантах были введены по два ряда кустарники — бересклет бородавчатый, бузина красная, акация желтая, спирея рябинолистная, ракитник и др. Уже в

первые годы было заметно отрицательное влияние буйно разросшейся бузины на рост тополя. К 11-летнему возрасту насаждение тополя с бузиной превратилось в самоизреживающиеся заросли бузины красной с отдельными слабо развитыми топольками высотой 3—4 м. Вырубка бузины в 1938 г. на части участка лишь незначительно увеличила рост тополя. Причиной отрицательного влияния бузины на рост бальзамического тополя Е. Д. Годнев считал мощное развитие широко разветвленной корневой системы у бузины и размещение ее в одних и тех же горизонтах с тополем.

В противоположность этим данным А. А. Шаповалов по многолетним наблюдениям в Каменной степи считает бузину красную и черную одним из лучших спутников тополя, повышающим его устойчивость и продуктивность.

Таблица 25

Характеристика роста смешанных березово-тополевых культур

Состав	Возраст, лет	Колич. деревьев на 1 га	Средние		Запас древесины, м <sup>3</sup> /га	Отпад деревьев	
			диаметр, см	высота, м		на 1 га	в %, от первоначального колич.
10 осокорь . . .	9	1700	8,0	9,5	39,1	93	5,2
6 т. бальз. . . .		2320	6,0	4,2	9,3	887	28,6
4 береза . . . .		1900	6,0	4,0	7,1	3100	62,0
10 осокорь . . .	13	1625	11,3	11,0	88,9	168	9,4
5 т. бальз. . . .		450	6,5	7,0	5,2	2757	86,0
5 береза . . . .		350	7,4	7,5	5,6	4650	93,0

Противоречие, несомненно, объясняется различными условиями роста: на бедных боровых песках Бузулукского бора бузина является нежелательным спутником тополя. По-видимому, она там перехватывает у тополя даже имеющиеся в песке скучные запасы пищи. На богатых черноземах Каменной степи бузина уже не является его конкурентом. Напротив, обогащая почву известью, она способствует его росту и устойчивости.

Большая энергия роста березы в первые годы жизни на относительно богатых и богатых почвах побуждала отдельных лесоводов создавать культуры с тополем и березой как двумя главными породами и рекомендовать создание тополево-березовых полезащитных полос.

Имеющийся в УССР лесокультурный опыт совместного выращивания тополей и березы является отрицательным. Даже в условиях, не оптимальных для роста тополей, на лугово-болотной супесчаной почве ( $C_{4-3}$ ) береза с первых же лет после посадки отстает по росту от тополя, угнетается им и постепенно выпадает из насаждения (табл. 25). При этом тополи господствуют не только в надземной среде, но и в почве. В 10-летнем

возрасте культур, созданных по схеме Т—Бз—Т—Бз, 92% мелких корней в почве принадлежит тополям и лишь 8% березе. Очевидно, нецелесообразно в условиях влажных и сырых сугрудков выращивать совместно тополь с бересой даже при условий ввода между ними буферного ряда другой древесной породы.

Еще сильнее угнетает тополь березу в более богатых условиях — во влажных и сырых дубравах. Так, по нашим данным в Лебединском лесхоззаге Сумской области в 9-летних культурах со смешением одного ряда тополя майского с одним рядом березы тополь достиг высоты 15,8 м, среднего диаметра — 15,3 см, а береза — соответственно 3—4 м и 2—4 см. К 15 годам береза выпала из насаждения совсем.

На наших опытных культурах в Олишевском лесничестве Мринского лесхоззага в условиях сырого груда при смешении двух рядов тополя майского и одного ряда березы (размещение посадочных мест  $3 \times 1$  м) к 10 годам тополь достиг среднего диаметра 9,6 см, средней высоты 7,9 м, а береза — соответственно лишь 5,2 см и 7,2 м. При этом, если в год создания культур соотношение этих двух пород по количеству посадочных мест было 2:1, то в 10-летнем возрасте по количеству деревьев оно равно уже 3:1, а по запасу древесины даже 13:1. Береза очень светолюбивая порода, она не выносит затенения тополя и тем более его конкуренции за пищу и влагу.

---

## ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ В ТОПОЛЕВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

В связи с большой требовательностью тополей к плодородию почв, высокой продуктивностью их насаждений в оптимальных условиях местопроизрастания и коротким оборотом рубки, а следовательно, и значительно большим, чем при выращивании насаждений других древесных пород, удалением из биологического круговорота азота и зольных элементов пищи возникает опасение истощения почв и непригодности их не только для выращивания тополя, но и других древесных пород. Такие опасения имеют основания, так как лесоводы не располагают знаниями почвопреобразующей роли тополей и особенностей биологического круговорота веществ в их насаждениях.

Насаждения сосны, дуба и других сравнительно медленно растущих древесных пород в наибольшем количестве потребляют питательные вещества из почвы в стадии жердняка — в возрасте 25—35 лет. Возврат их с опадом в этом возрасте равен лишь 20—40% потребления. Однако к возрасту главной руб-

ки — 80—100 годам — возврат азота и зольных элементов достигает 80—90% потребления (Ремезов и др., 1959). При этом почва обогащается подвижными соединениями азота, фосфора, калия, кальция и других элементов пищи в соотношении, благоприятном для роста насаждений данной древесной породы и отличном от соотношения их в почве. Лесные насаждения, заканчивая свой цикл развития, не обедняют почву, а обогащают ее, как бы подготавливая ее для следующего поколения.

Во многих странах с интенсивной культурой тополей широко практикуется выращивание тополевых насаждений с удобрениями. Однако удобрения используются при этом не потому, что тополь истощает почвы и делает их непригодными для последующей культуры, а потому что он чрезвычайно отзывчив на улучшение условий минерального питания.

В. С. Шумаков (1963) приводит данные об изменении лесорастительных свойств почв под пологом насаждений тополя в возрасте 18—20 лет. Он констатировал положительное почвообразующее влияние тополей на физические и физико-химические свойства почв. Под пологом тополя происходит обогащение почвы органическим веществом, однако обедненным азотом. Усиливается общая биохимическая активность почвы, но почти полностью подавляется ее нитрификационная способность. Сделан вывод о том, что рассчитывать на улучшение режима основных элементов питания нет оснований даже под наиболее продуктивными насаждениями тополя.

Изучению условий местопроизрастания тополей специально посвящены работы Виттиха, Скамони, Крауса и Шленкера. Однако все они рассматривают лишь требовательность различных видов тополей к почвенно-грунтовым условиям и не затрагивают влияние тополевых насаждений на почву и биологического круговорота веществ в них. Между тем правильная оценка требований тополей к почвенно-грунтовым условиям и их почвообразующей роли невозможна без знания складывающегося в их насаждениях режима питания и баланса основных питательных веществ.

Нами сделана попытка изучить биологический круговорот веществ в тополевых насаждениях и его важнейшие отличия от аналогичного процесса в насаждениях обычных наших древесных пород — сосны и дуба.

Объектами исследований мы избрали 14—30-летние культуры тополя майского в типичных (пойменных) и нетипичных (внепойменных) тополевых условиях местопроизрастания (табл. 26). В течение 3 лет (1967—1969 гг.) на 10 учетных площадках размером 1×1 м каждого стационара велся учет опада, а рядом — и подстилки. Изучен валовой состав и основные физико-химические свойства почв в динамике. В конце вегетационного периода 1968 г. по трем средним модельным деревьям на каждом стационаре определена биомасса одного дерева и всего на-

Таблица 26

## Таксационная характеристика насаждений тополя майского на стационарах

Номер стационара	Местонахождение	Тип условий местопроникнастания	Возраст, лет	Колич. деревьев на 1 га	Средние размеры	Древесина, м <sup>3</sup> /га		Текущий прирост, м <sup>3</sup> /га	Площадь поверхности листьев 1 га насаждений, га
						запас	ср. прирост		
1	Зернистая пойма р. Десны, Черниговский л-г	D <sub>3-4</sub>	17	705	22,1 21,8	312	18,3	17,2	4,44
2	Слоистая пойма р. Десны, Черниговский л-г	C <sub>3</sub>	21	730	21,7 22,8	335	16,0	12,2	4,94
3	То же	C <sub>3</sub>	20	928	20,7 21,6	313	15,6	17,6	4,36
4	Окраина заросшего болота, Черниговский л-г	BC <sub>3</sub>	22	1984	15,6 15,3	260	11,8	17,8	3,79
5	Понижение в плакорных условиях, Черниговский л-г	C <sub>3</sub>	29	1120	19,3 20,4	330	11,4	12,5	4,50
6	Зернистая пойма р. Десны с признаками солончаковатости, Черниговский л-г	D <sub>3</sub>	14	3118	9,6 12,0	148	10,6	15,2	2,87
7	Понижение в пределах боровой террасы, Нежинский л-г	B <sub>3</sub>	30	1017	18,7 19,2	233	7,8	4,7	2,82
8	Там же	B <sub>3</sub>	29	522	22,5 19,8	184	6,3	7,4	1,67
9	Боровая терраса, Черниговский л-г	B <sub>2</sub>	20	1779	8,4 8,1	47	2,4	4,0	1,54
10	Осушеннное в 30-е годы болото на месте перехода пойменной террасы р. Сейм в боровую	D <sub>3-4</sub>	21	1016	19,2 13,7	170	8,1	9,0	6,07
11		D <sub>3-4</sub>	36	1391	17,8 —	349	9,2	10,7	5,83

Примечание. В числителе — диаметр, см. в знаменателе — высота, м. Стационар 11 заложен в чистом черчоольховом насаждении.

саждения. В листьях, годичных побегах, ветвях, коре и древесине ствола, а также в средних образцах опада и подстилки определено содержание азота и зольных элементов — калия, кальция, фосфора и магния. Во всех случаях мы придерживались методики Н. П. Ремезова и др. (1959). На всех 10 стационарах весовым методом в 1968 г. была определена площадь поверхности листьев одного гектара насаждения.

На наших стационарах наибольшую продуктивность тополевые насаждения имеют в условиях зернистой поймы, тип условий местопроизрастания —  $D_{3-4}$  (см. табл. 26). В условиях слоистой поймы ( $C_3$ ) средний прирост древесины меньше. Вне пойм, в понижениях плакора, на окраинах болот насаждения тополя имеют средний прирост древесины — 11—12 м<sup>3</sup>/га. Такой же прирост имеет и насаждение тополя на зернистой пойме с признаками солончаковатости. Еще меньшей продуктивностью отличаются насаждения тополя в понижениях боровых террас ( $B_3$ ). Неудовлетворительный рост и наименьший средний прирост имеет насаждение в условиях свежей субори.

Валовой анализ почв под тополевыми насаждениями показал следующие их особенности. Наибольший процент потери при прокаливании в гумусовом горизонте равен 22—32%, т. е. больше органического вещества имеют почвы, сформировавшиеся на месте бывших болот и прите拉斯ных понижений. Почвы зернистой поймы содержат органического вещества несколько больше, чем почвы слоистой поймы, — 4,25—6,85% против 1,04—6,16%. При этом для почв слоистой поймы характерно примерно одинаковое содержание органического вещества, а также минеральных элементов по всему профилю.

Содержание кремнезема на всех стационарах увеличивается с глубиной и с облегчением механического состава почв. Резко выделяется низким содержанием кремнезема пара пробных площадей — «тополь—ольха» № 10 и 11 (39 и 48%). Это лишний раз подтверждает заболоченность данной площади в недалеком прошлом. Участок этот был осушен примерно 40 лет назад.

Содержание  $Al_2O_3$  в верхнем гумусовом горизонте колеблется в пределах 2—6%, а  $Fe_2O_3$  — 0,3—2% и с глубиной уменьшается. Больше всего полуторных окислов в почвах плакорных понижений и зернистой поймы, меньше всего — в понижениях боровых террас.

Содержание  $TiO_2$  в почвах колеблется от 0,14 до 0,55%, при этом оно увеличивается в зернистой пойме (0,47—0,55%) и уменьшается в понижениях боровых террас (0,14—0,26).

В почве парного стационара «тополь — ольха» (№ 10 и 11) по сравнению с почвами других стационаров содержится наибольшее количество  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $P_2O_5$ ,  $Na_2O$  и азота и наименьшее  $K_2O$ . Содержание этих соединений в почвах понижений в пределах боровых террас значительно меньшее. Относительно больше содержат  $K_2O$  почвы зернистой и слоистой пойм.

Целый ряд физических свойств почвы, а именно содержание гигроскопической влаги, удельный вес твердой фазы почвы, объемный вес и общая скважность находятся в прямой или обратной зависимости от содержания в почве органического вещества. Так, почва на стационарах № 10 и 11 наиболее гумусированная, имеет по сравнению с почвами других стационаров

наибольший процент гигроскопической влаги, наименьшие удельный вес твердой фазы и объемный вес почвы, наибольшую скважность, очень рыхлая. Рыхлыми являются и почвы зернистой и слоистой пойм. Напротив, почвы понижений в пределах боровых террас (№ 7 и 8) и свежей субори (№ 9) содержат наименьшее количество гигроскопической влаги, имеют наибольшие удельный вес твердой фазы и объемный вес почвы, очень плотные. На всех пробных площадях, кроме слоистой поймы, с увеличением глубины процент гигроскопической влаги в почве, объемный вес и общая скважность почвы уменьшаются.

На всех стационарах почвы слабо гумусированные, содержание гумуса в поверхностном слое (0—5 см) колеблется в пределах 1,13—3,23%, а в нижележащем слое (5—20 см) — 0,32—2,72%. Большой процент гумуса имеют почвы зернистой поймы с признаками солончаковатости (№ 6) и осущененного болота (№ 10) — соответственно 3,23 и 2,64%. Наименьший процент гумуса в почвах свежей субори — 1,13% и слоистой поймы — 1,15—1,26%.

Аммиачный азот обнаружен во всех горизонтах почвы до глубины 1 м на всех стационарах почти в одинаковом количестве — от 5,2 до 11,7 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. При этом заметна тенденция уменьшения его количества с увеличением глубины. Даже в условиях свежей субори в почве имеется сравнительно много аммиачного азота: 7,5—11,2 мг на 100 г почвы. В паре пробных площадей «тополь—ольха» в почве под ольхой аммиачного азота значительно меньше, чем под тополем: 5,7—7,8 мг на 100 г почвы против 7,5—11,2 мг. Содержание нитратного азота на всех стационарах в 3—4 раза меньше, чем аммиачного. В почве зернистой поймы количество нитратного азота в верхнем гумусовом горизонте уменьшается к середине и концу вегетации, а в нижележащих горизонтах, напротив, увеличивается к середине и концу вегетации, т. е. вымывается. Аналогичная картина, но менее четко выраженная, наблюдается и в почвах слоистой поймы. В плакорном понижении (№ 5) по всему профилю почвы содержание нитратного азота уменьшается к середине и увеличивается к концу вегетации. В боровых понижениях количество нитратного азота к концу вегетации увеличивается во вмывном иллювиальном горизонте. В паре пробных площадей «тополь—ольха» весной в поверхностном 0—5 см слое нитратного азота почти в 4 раза больше под тополем, чем под ольхой. К середине вегетационного периода его количество резко уменьшается и вновь увеличивается лишь к концу вегетации. Под ольхой, напротив, количество нитратного азота нарастает к концу вегетации, а в нижележащем гумусовом горизонте увеличивается к середине и уменьшается к концу вегетации. Более того, глубже по профилю почвы нитратного азота во все сроки значительно больше под ольхой, чем под тополем. Все это, по-видимому, связано с различными сроками

максимального потребления нитратов тополем и ольхой, с одной стороны, и фиксацией атмосферного азота микроорганизмами в желваках на корнях черной ольхи, с другой.

По обеспеченности рассматриваемых почв легкогидролизуемым азотом слабонуждающимися в азотных удобрениях являются почвы лишь на паре пробных площадей «тополь—ольха», на зернистой пойме с признаками солончаковатости (№ 6) и на одном стационаре слоистой поймы (№ 2).

Содержание легкогидролизуемого азота здесь достигает более 6 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. Средненуждающимися являются почвы боровых насаждений: в них содержится от 4 до 6 мг легкогидролизуемого азота на 100 г почвы. На всех остальных пробных площадях в почве содержится менее 4 мг легкогидролизуемого азота, т. е. они в наибольшей степени нуждаются в азотных удобрениях. Почвы зернистой поймы богаты на подвижные соединения калия и фосфора, а слоистой бедны на калий, но достаточно обеспечены фосфором. При этом в 100 г абсолютно сухой почвы зернистой поймы содержится чрезвычайно большое количество фосфора — от 44 до 198 мг во все сроки и по всему метровому профилю. По-видимому, именно несоответствие между содержанием калия, фосфора, с одной стороны, и азота (очень мало), с другой, является причиной сравнительно низкой для условий сырого пойменного груда продуктивности тополевого насаждения. Средний прирост древесины в 17 лет равен лишь 18,3 м<sup>3</sup>/га в год.

Насаждение тополя в условиях влажного груда (№ 10) имеет слишком малую для данных условий продуктивность: средний прирост древесины в 21-летнем возрасте равен лишь 8,1 м<sup>3</sup>/га в год. Как и в предыдущем случае, причину этого мы видим снова в далеко не оптимальном соотношении основных элементов пищи — много азота и крайне мало калия и фосфора. Фактически ни на одной пробной площади почва не обеспечена в достаточном количестве азотом, фосфором и калием. Однако, как показали расчеты, продуктивность тополевых насаждений не коррелирует с запасами гумуса и подвижных соединений азота, калия и фосфора в почве. Это свидетельствует о большой напряженности круговорота веществ в тополевых насаждениях, в результате которого основные питательные элементы, поступившие с опадом в почву, тотчас же извлекаются из нее растениями.

Биомасса надземной части одного дерева тополя в зависимости от возраста и условий местопроизрастания колеблется от 16 до 249 кг абсолютно сухого вещества (табл. 27).

В 20—21-летнем насаждении она составляет 190—238 кг. В средневозрастных (50—60 лет) насаждениях Воронежского государственного заповедника максимальная биомасса среднего дерева дуба была равна 305 кг, осины — 337 кг, сосны — 236 кг, ели — 118 кг, березы — 176 кг (Ремезов и др., 1959).

Большую, чем тополь, в средневозрастном насаждении биомассу имели осина и дуб. В условиях центрального полесья УССР в средневозрастных насаждениях, по данным Е. В. Рябухи (1970), наибольшая биомасса средних деревьев сосны была равна 346 кг абсолютно сухого вещества, дуба — 300, осины — 306, березы — 271, черной ольхи — 125 и граба — 95 кг. В абсолютно сухом веществе надземной части тополей древесина

Таблица 27

Биомасса одного дерева в насаждениях майского тополя

Номер стационара	Составные части дерева						Всего
	листья	однолетние побеги	живые ветви	сухие ветви	кора	древесина	
1	5,8	2,0	12,7	8,8	28,1	191,2	248,6
	2	1	5	4	11	77	100
2	6,3	2,7	11,2	8,4	33,8	175,3	237,7
	3	1	5	4	14	73	100
3	4,2	1,4	11,3	11,3	25,0	137,2	190,4
	2	1	6	6	13	72	100
4	1,9	0,8	4,0	4,2	13,7	44,0	68,0
	3	1	6	6	20	64	100
5	4,6	1,7	14,8	8,2	34,4	139,1	202,8
	2	1	7	4	17	69	100
6	0,8	0,4	3,5	0,9	3,0	15,9	24,5
	3	2	14	4	12	65	100
7	2,1	0,6	4,6	6,2	21,4	79,4	114,3
	2	1	4	5	19	69	100
8	2,5	1,0	23,0	3,0	28,4	139,3	197,2
	1	1	12	2	14	70	100
9	1,0	0,2	1,5	1,1	4,4	7,4	15,6
	6	1	10	7	28	48	100
10	4,7	1,5	9,5	7,2	15,2	77,5	115,6
	4	1	8	6	13	68	100
11	3,3	1,4	10,0	0,2	16,5	97,4	128,8
	3	1	8	—	13	75	100

Примечание. В числителе — кг га абс. сух. вещества, в знаменателе — проценты.

ствола составляет 45—77%, кора — 11—20%, ветки и сучья — 5—12%, сухие ветви — 4—7%, годичные побеги — 1—2% и листья — 2—3%. С ухудшением условий роста доля древесины ствола уменьшается, а коры и ветвей увеличивается.

Увеличение биомассы насаждения в целом определяется ростом биомассы отдельно взятого дерева и уменьшением количества деревьев на единице площади. Биомасса средневозрастных

тополевых насаждений колеблется от 29 т/га абсолютно сухого вещества в  $B_2$  до 180 в  $C_3$  (табл. 28). Средневозрастные насаждения сосны в борах полесья имеют биомассу от 133 до 170 т/га, в суборях — 175—215 т/га, смешанные хвойно-широколиственные насаждения сугрудков — 214—243 т/га, а дубовые насаждения грудков — 104—309 т/га (Рябуха, 1970). В условиях свежей субори биомасса средневозрастного насаждения тополя равна 29 т/га, а сосны — 192 т/га, или в 6,6 раза больше, средний прирост биомассы в сосновом насаждении больше, чем в тополевом в 2,2 раза (1,4 против 3,0 т/га). В 1,5 раза больше биомасса соснового насаждения, чем тополевого, и в условиях  $B_3$  — 145 против 215 т/га, однако средний прирост в тополевом насаждении уже в 1,2 раза больше, чем в сосновом: 5,0 т/га против 4,1 т/га. Даже в условиях  $C_3$  биомасса тополя в 1,3 раза меньше биомассы смешанных хвойно-широколиственных насаждений (170 против 214 т/га), однако средний прирост в тополевом насаждении уже в 1,8 раза больше, чем в хвойно-широколиственном, — 7,4 против 4,1 т/га.

Таблица 28  
Биомасса насаждений майского тополя, т/га абсолютно сухого вещества

Номер стационара	Колич. деревьев на 1 га	Составные части биомассы						Всего	Средний прирост, т/га в год		
		листья	побеги последн-го года	ветви		кора	древесина				
				живые	сухие						
1	637	3,7	1,3	8,1	5,6	17,9	121,8	158,4	9,3		
2	645	4,1	1,7	7,2	5,4	21,8	113,1	153,3	7,3		
3	931	3,9	1,3	10,5	10,5	23,3	127,7	177,2	8,9		
4	2089	4,0	1,7	8,4	8,8	28,6	91,9	143,4	6,5		
5	859	4,5	1,5	14,0	7,0	30,1	123,0	180,1	6,0		
6	3730	3,0	1,5	13,0	3,4	11,2	59,3	91,4	6,5		
7	1093	2,3	0,7	5,0	6,8	23,4	86,8	125,0	4,2		
8	835	2,1	0,8	19,2	2,5	23,7	116,3	164,6	5,7		
9	1846	1,8	0,4	2,8	2,0	8,1	13,7	28,8	1,4		
10	1036	4,9	1,6	9,8	7,5	15,7	80,3	119,8	5,7		
11	1407	4,6	2,0	14,1	0,3	23,2	137,0	181,2	4,8		

масса соснового насаждения, чем тополевого, и в условиях  $B_3$  — 145 против 215 т/га, однако средний прирост в тополевом насаждении уже в 1,2 раза больше, чем в сосновом: 5,0 т/га против 4,1 т/га. Даже в условиях  $C_3$  биомасса тополя в 1,3 раза меньше биомассы смешанных хвойно-широколиственных насаждений (170 против 214 т/га), однако средний прирост в тополевом насаждении уже в 1,8 раза больше, чем в хвойно-широколиственном, — 7,4 против 4,1 т/га.

Чистое средневозрастное насаждение дуба наибольшую биомассу имеет в условиях  $D_2$  — 309 т/га со средним приростом 6,6 т/га в год.

В условиях  $D_4$  биомасса тополевого насаждения в 1,5 раза превышает биомассу насаждения дуба — 158 против 104 т/га, а средний прирост ее соответственно больше в 4,2 раза — 9,3 против 2,2 т/га.

Биомасса надземной части в средневозрастных насаждениях центрального полесья УССР в зависимости от условий место-

произрастания колеблется в следующих пределах: сосны — 49—243 т/га, дуба — 104—308 т/га (Рябуха, 1969). В условиях влажной и свежей субори чистые сосновые насаждения значительно более продуктивны, чем насаждения тополя. В условиях сугрудков и грудов наибольший средний прирост абсолютно сухого вещества имеют насаждения тополя. Так как средневозрастными насаждениями тополя являются в 15—20 лет, а других древесных пород — 40—60 лет, средний прирост абсолютно сухого вещества в тополевых насаждениях, за исключением условий  $B_2$ , по сравнению с другими древесными породами наибольший. Продуктивность тополевых насаждений по отношению к насаждениям других древесных пород выше не только в кубометрах древесины, но и в весе абсолютно сухого вещества. Средний прирост этого вещества в средневозрастных тополевых насаждениях равен в  $D_{3-4}$  — 9,3 т/га, в  $C_3$  — 6,5—8,9 т/га, в  $B_3$  — 4,2—5,7 т/га. Если считать, что биомасса корней в средневозрастных насаждениях других пород составляет примерно 20% (Ремезов и др., 1959), и принять эту цифру для тополевых насаждений, то общая биомасса средневозрастных насаждений тополя в тоннах на гектар абсолютно сухого вещества будет равна:

Зернистая пойма ( $D_{3-4}$ )	— 219	Зернисто-солончаковая пойма ( $D_3$ )	— 95
Слоистая пойма ( $C_3$ )	— 218	Боровое понижение ( $B_3$ )	— 136
Окраина болота ( $BC_3$ )	— 136	Осушеннное притеррасное болото	
Плакорное понижение ( $C_3$ )	— 291	( $D_3$ )	— 148

Опад в насаждениях тополя в зависимости от условий местопроизрастания колеблется от 2,5 до 4,6 т/га абсолютно сухого вещества. Резко выделяется насаждение тополя в условиях свежей субори — опад здесь в среднем за три года равен лишь 2,5 т/га. Без учета этой пробной площади масса опада находится в пределах 3,0—4,6 т/га (см. табл. 29). В среднем за 7 лет опад в насаждениях дуба центрального полесья равен 4,2 т/га, в смешанных лиственных — 4,4 т/га (К оценке интенсивности... 1967). Несколько больший ежегодный опад в насаждениях сосны: в условиях боров — от 4,8 до 6,2 т/га, в условиях суборей 4,0—4,8 т/га (там же).

Запасы подстилки в насаждениях тополя в зависимости от условий местопроизрастания равны 3,7—8,5 т/га (табл. 30). При этом снова выделяется насаждение в условиях свежей субори, имеющее наименьший запас, — лишь 3,7 т/га абсолютно сухого вещества. Без учета этого насаждения, растущего в крайне неблагоприятных для тополя условиях, запас подстилки в тополевых насаждениях равен 4,9—8,5 т/га.

В опаде листья составляют 67—80%, веточки — 3—19%, органическая смесь — 3—9%, травянистые растения — 3—15% и кора — менее 1%. Вследствие быстрого перегнивания доля листьев в подстилке снижается до 17—46%, травы — до 2—8%.

параллельно резко увеличивается доля органической смеси — 32—52%, ветвей — до 14—34% и коры — до 1—2%.

По сравнению с другими древесными породами запас подстилки в тополевых насаждениях наименьший. В центральном полесье запасы подстилки в чистых насаждениях дуба составляют 6,9 т/га, в смешанных широколиственных — 8,2 т/га, в сос-

Таблица 29

Опад в насаждениях тополя

Номер стационара	Фракции опада						Всего
	листья	ветви	кора	плоды	трав. растен.	органич. смесь	
1	3000	335	8	—	112	300	3755
	80	9	—	—	3	8	100
2	3220	515	8	—	172	386	4302
	75	12	—	—	4	9	100
3	3129	507	10	—	506	460	4612
	68	11	—	—	11	10	100
4	2482	674	35	—	248	106	3545
	70	19	1	—	7	3	100
5	3081	549	84	—	253	253	4220
	73	13	2	—	6	6	100
6	3227	248	5	—	372	290	4142
	78	6	—	—	9	7	100
7	2306	180	5	—	360	150	3001
	77	6	—	—	12	5	100
8	2056	307	5	—	460	245	3073
	67	10	—	—	15	8	100
9	1918	75	—	—	349	150	2492
	77	3	—	—	14	6	100
10	2760	175	—	—	419	140	3494
	75	5	—	—	12	4	100
11	3407	321	0,8	46	92	737	4604
	74	7	—	1	2	16	100

П р и м е ч а н и е. В числителе — кг/га абс. сух. веш., в знаменателе — проценты.

новых насаждениях суборей — 14,7 т/га и боров — 18,7 т/га (К оценке интенсивности., 1967).

Наибольшее относительное количество азота и зольных элементов находится в листьях, наименьшее — в древесине. По содержанию азота, фосфора и калия части дерева располагаются в следующий нисходящий ряд: листья, побеги последнего года, живые ветви, сухие ветви, кора и древесина. Золы больше всего в листьях, почти в два раза ее меньше в коре и живых ветвях, в 4 раза меньше в побегах последнего года, в 5 раз меньше

Таблица 30

## Запас подстилки в тополевых насаждениях

Номер стационара	Фракции подстилки						Всего
	листья	ветви	кора	плоды	трава	органич. смесь	
1	1903	1511	112	—	168	1903	5597
	34	27	2	—	3	34	100
2	1110	1752	24	—	292	1690	4868
	23	36	—	—	6	35	100
3	2008	868	16	—	434	2100	5426
	37	16	—	—	8	39	100
4	1501	1963	69	—	404	1837	5774
	26	34	1	—	7	32	100
5	2293	2300	85	—	170	3646	8494
	27	27	1	—	2	43	100
6	2012	1006	—	—	318	1960	5296
	38	19	—	—	6	37	100
7	1546	1260	34	—	229	2659	5728
	27	22	1	—	4	46	100
8	1320	1786	47	—	544	4068	7765
	17	23	1	—	7	52	100
9	1723	524	15	—	300	1184	3746
	46	14	—	—	8	32	100
10	1904	752	10	—	301	2044	5011
	38	15	—	—	6	41	100
11	1930	1868	37	32	308	1994	6169
	31	30	1	1	5	32	100

Примечание. В числителе — кг/га обс. сух. вес., в знаменателе — проценцы.

в сухих ветвях и в 15 раз меньше ее в древесине. Наибольшее количество кальция находится в коре и листьях.

Для других древесных пород характерно значительно большее содержание кальция в коре, чем в листьях: у дуба — в 2—4 раза, граба и клена — в 3—6 раз, у остальных пород — в 1,2—2 раза (Рябуха, 1970). У тополя содержание кальция в коре лишь незначительно превышает его содержание в листьях.

Содержание азота и зольных элементов в различных частях дерева тополя (см. табл. 31) колеблется в значительных пределах. Эти колебания обусловлены различными почвами и условиями местопроизрастания тополей. Как свидетельствуют исследования Полесской АЛОС, они свойственны и всем другим древесным породам — сосне, дубу, березе, черной ольхе, осине и т. д. При этом чем богаче условия местопроизрастания, тем больший процент азота и зольных элементов содержится в дереве. В силу действия избирательной способности различных древесных пород, обусловленной их биологическими свойства-

ми, пределы колебаний процентов содержания азота и зольных элементов в частях дерева значительно меньше, чем в почвах. Поскольку по содержанию тех или иных элементов пищи в листьях часто дают оценку требовательности древесных пород к плодородию почв, то было бы ошибочным, по нашему мнению, не учитывать при этом различных условий местопроизрастания.

Таблица 31

Содержание азота и зольных элементов в различных частях дерева тополя, % на абс. сух. вещ.

Части дерева	Зола	N	P	K	Ca	Mg
Листья . . . .	7,89—13,06	1,69—2,54	0,21—0,27	1,15—1,58	1,39—1,85	0,17—0,34
	10,37	2,14	0,24	1,32	1,72	0,25
Побеги последнего года .	2,68—3,03	0,70—0,76	0,13—0,17	0,31—0,51	1,04—1,22	0,11—0,14
	2,85	0,73	0,15	0,38	1,12	0,18
Живые ветви .	3,39—8,91	0,46—1,22	0,09—0,19	0,31—0,48	0,47—2,59	0,13—0,32
	5,89	0,68	0,14	0,39	1,66	0,21
Сухие ветви .	0,98—3,50	0,09—0,44	0,004—0,04	0,02—0,11	0,16—1,22	0,02—0,10
	2,09	0,26	0,02	0,06	0,76	0,06
Древесина . .	0,32—0,75	0,004—0,06	0,01—0,01	0,03—0,09	0,11—0,23	0,02—0,11
	0,65	0,02	0,01	0,08	0,16	0,05
Кора . . . . .	2,82—7,02	0,18—0,39	0,03—0,07	0,20—0,50	0,71—2,16	0,14—0,18
	5,89	0,25	0,04	0,33	1,84	0,16

П р и м е ч а н и е. В числителе — крайние, в знаменателе — средние значения.

Зольность листьев тополя по сравнению с другими древесными породами наибольшая: в среднем на 10 стационарах она равна 10,37% против 9,63% у ясения, 5,34—5,76 у других лиственных пород и 2,42% у сосны (Рябуха, 1970). С большей, чем у листьев тополя, зольностью известны лишь листья ильма, содержащие 13,76% золы (Ремезов, Погребняк, 1965). Высокая зольность листьев, несомненно, связана со значительно большей у тополей, чем у других древесных пород, продуктивностью фотосинтеза и интенсивностью транспирации.

Зольность опада меньше зольности листьев у тополей примерно на 1%: 9,36 против 10,37%. У других древесных пород зольность опада, напротив, больше зольности листьев: у сосны — на 0,81%, у дуба — почти на 2%. Относительное содержание азота, фосфора, калия, кальция и магния в опаде по сравнению с содержанием в листьях у тополей, как и у всех других древесных пород, снижается. Однако это снижение в тополовых насаждениях значительно меньше, чем у других древесных пород. Так, если содержание азота, фосфора, кальция и магния в листьях принять за 100%, то в опаде азота содержится меньше на 14%, фосфора — на 8%, кальция — на 9% и маг-

ния — на 12%. У сосны в опаде содержится лишь 42% азота листьев, фосфора — 25%, магния — 75%, а кальция даже больше — 118%. Почти в два раза меньше в опаде азота, фосфора и кальция, чем в листьях, у дуба. Это говорит о том, что важнейшие элементы питания из опадающих листьев тополя вымываются значительно меньше, чем у дуба и сосны.

Таблица 32

Ежегодное потребление азота и зольных элементов  
насаждением тополя\*

Номер стационара	Ежегодный прирост биомассы абс. сух. вещ.**	Зола	N	P	K	Ca	Mg
1	22,8	972	159	20	91	204	29
	14,5	619	101	13	59	130	18
2	19,8	941	182	22	110	205	25
	12,8	607	117	14	71	132	16
3	17,2	615	104	14	75	135	22
	16,0	572	97	13	70	126	20
4	8,1	286	47	6	32	62	10
	16,9	597	98	12	67	130	21
5	16,7	873	131	16	79	168	24
	14,7	768	118	14	71	148	22
6	4,1	136	24	3	20	30	4
	15,3	507	90	11	75	112	15
7	6,0	292	51	6	38	70	9
	6,6	319	56	7	42	77	10
8	10,9	327	66	9	46	62	12
	9,1	273	55	8	38	52	10
9	2,9	125	26	3	15	32	3
	5,4	231	48	6	28	59	6
10	12,1	743	134	17	90	134	22
	12,5	770	139	18	93	139	23
11	9,3	284	122	10	67	76	13
	13,1	400	172	14	94	107	18

\* В числителе — г/дерево, в знаменателе — кг/га.

\*\* В числителе — кг/дерево, в знаменателе — т/га.

Зольность подстилки в тополевых насаждениях, как и в насаждениях других древесных пород, примерно в 2 раза больше зольности опада. Происходит разложение органического вещества, а относительное содержание золы при этом увеличивается. Увеличение происходит за счет таких элементов, как кальций, магний, алюминий, железо, марганец. Содержание азота, фосфора и калия значительно уменьшается — соответственно на 29, 55 и 60%. Важнейшие элементы пищи быстро высвобожда-

ются и долго не задерживаются в подстилке тополового насаждения. Напротив, в насаждениях сосны относительное содержание азота в подстилке по сравнению с опадом увеличивается на 70%, фосфора — на 78%. В насаждениях дуба содержание азота в подстилке также увеличивается на 20%, а содержание фосфора остается на уровне опада.

Биологический круговорот азота и зольных элементов в насаждениях тополя мы характеризуем его емкостью и скоростью, складывающимся в них общим балансом важнейших элементов пищи и некоторыми оценочными показателями.

Емкостью круговорота мы условно считаем вес того или иного элемента пищи, ежегодно потребляемого одним гектаром насаждения на создание ассимиляционного аппарата, побегов последнего года, текущего прироста древесины и среднего прироста коры и ветвей. Все расчеты сделаны в граммах элемента на одно дерево и путем умножения на количество деревьев на одном гектаре насаждения.

Как и раньше, во всех случаях мы сравниваем средневозрастные насаждения, т.е. примерно 20-летние насаждения тополя, 38-летние насаждения черной ольхи и 50—60-летние насаждения других древесных пород — региональные эталоны лесов Полесья по И.И. Смольянинову (1969).

В зависимости от условий местопроизрастания одно дерево тополя 14—21-летнего возраста ежегодно потребляет азота 24—182 г, кальция — 30—205 г, калия — 15—110 г, магния — 3—29 г, фосфора — 3—22 г, а всего зольных элементов — от 125 до 972 г (табл. 32).

В среднем одно дерево тополя ежегодно потребляет значительно больше зольных элементов, чем деревья других древесных пород. Так, в условиях влажной субори одно 30-летнее дерево тополя (стационары 7 и 8 в табл. 32) ежегодно потребляет всего зольных элементов в 4 раза, а кальция в 5 раз больше, чем одно 52-летнее дерево сосны в аналогичных условиях (Рябуха, 1970). Азота, калия и магния они потребляют примерно равное количество, а фосфора сосна потребляет даже в 1,5 раза больше.

В условиях влажного сугрудка ( $C_3$ ) 20-летнее дерево тополя ежегодно потребляет в 6 раз больше золы, чем 50-летнее дерево дуба в смешанном насаждении в аналогичных условиях. Кальция тополь потребляет в 8 раз, калия — в 3 раза, магния — в 2 раза, азота — в 1,7 раза и фосфора — в 1,4 раза больше, чем дуб.

В условиях  $D_{3-4}$  19-летний тополь (стационары 1, 10) ежегодно потребляет в 2,5 раза больше зольных элементов, чем дуб. Кальция тополь потребляет в 1,8 раза больше дуба, азота и магния — примерно равное с ним количество, а фосфора и калия — в 1,5 раза меньше дуба.

В крайне неблагоприятных для тополя условиях роста —  $B_2$  (стационар 9) — 21-летнее дерево тополя ежегодно потребляет значительно меньше азота и зольных элементов, чем 64-летняя сосна в аналогичных условиях: золы — в 1,5 раза, азота — в 4 раза, фосфора — в 8 раз, калия — в 2,5 раза и магния — в 5 раз. Лишь кальция и в этих условиях тополь ежегодно потребляет в 1,5 раза больше сосны.

Один гектар средневозрастного насаждения тополя в зависимости от условий местопроизрастания ежегодно потребляет от 48 до 139 кг азота, от 52 до 148 кг кальция, от 28 до 93 кг калия, от 6 до 23 кг магния, от 6 до 18 кг фосфора, а всего зольных элементов — от 231 до 770 кг.

Таблица 35

**Емкость биологического круговорота веществ в насаждениях различных древесных пород, кг/га ежегодного потребления**

Номер стационара	Порода	Возраст, лет	Зола	N	P	K	Ca	Mg
7,8	Тополь . . . . .	30	296	56	8	40	65	10
	Сосна . . . . .	52	129	87	20	27	23	14
9	Тополь . . . . .	21	231	48	6	28	59	6
	Сосна . . . . .	64	140	73	16	27	17	11
1,10	Тополь . . . . .	19	625	120	16	81	134	20
	Дуб . . . . .	50	241	96	21	40	58	18
11	Ч. ольха . . . . .	38	400	172	14	94	107	18
2,3	Тополь . . . . .	20	590	107	14	70	129	18
	Смеш. хв.-широколист- веп. насаждения . . .	52	247	125	24	46	47	20

Сравнение величин ежегодного потребления азота и зольных элементов насаждениями тополя и других древесных пород дает результаты, аналогичные предыдущим. Насаждения тополя ежегодно потребляют значительно больше зольных элементов, чем другие древесные породы. Даже в условиях субори ( $B_2$ ) за счет большего количества деревьев насаждение тополя потребляет ежегодно в 1,7 раза больше золы, чем насаждение сосны.

В сравнимых условиях местопроизрастания ежегодное потребление, или емкость биологического круговорота, в целом всех зольных элементов пищи (по золе) в насаждениях тополя в условиях  $B_2$  больше, чем в сосновом насаждении, в 1,7 раза, в условиях  $B_3$  — в 2,3 раза, в условиях  $C_3$  — в 2,0 раза больше, чем в смешанном насаждении, и в условиях  $D_3$ ,  $D_4$  в 2,9 раза больше, чем в дубовом, и в 1,7 раза больше, чем в черноольховом насаждениях.

Емкость биокруговорота по кальцию также во всех случаях в 2—3 раза больше в тополевых, чем в насаждениях других древесных пород. Емкость по калию в тополевых насаждениях больше, чем в дубовых, — в 2,3 раза, черноольховых насаждениях — в 1,3 раза, смешанных насаждениях сугрудков — в 2,7 раза, насаждениях сосны в В<sub>2</sub> — в 1,5 раза, а в В<sub>3</sub> — одинакова (табл. 33).

Разница в потреблении магния в насаждениях тополя и других древесных пород незначительная — в пределах  $\pm 10\%$ : в условиях D<sub>3-4</sub> у тополя больше, чем у дуба и ольхи, а в условиях суборей и сугрудков соответственно меньше, чем у сосны и смешанных насаждений.

По азоту емкость биокруговорота в тополевых насаждениях примерно на 20% больше, чем в насаждениях дуба, но меньше в сугрудках — на 20%, в 1,5 раза меньше, чем в сосновых, и в 1,4 раза меньше, чем в черноольховых насаждениях. Емкость круговорота по фосфору почти во всех случаях в тополевых насаждениях меньше, чем в насаждениях других древесных пород: в 2,5—2,7 раза меньше, чем в сосновом, в 1,3 раза, чем в дубовом, и в 1,7 раза меньше, чем в смешанном насаждении сугрудков.

Скорость биологического круговорота веществ в лесных насаждениях хорошо отражают опадо-подстилочные отношения, названные И. И. Смольяниновым (1969) опадо-подстилочными коэффициентами по массе абсолютно сухого органического вещества и весу важнейших элементов минеральной пищи. Чем больше опад и выше содержание в нем элементов и чем меньше запасы подстилки и заключенных в ней элементов, тем больше оборачиваемость элементов питания, скорость биологического круговорота веществ (табл. 34).

Опадо-подстилочные коэффициенты по биомассе, особенно по ее мягкой части, по золе, азоту, фосфору и калию в тополевых насаждениях значительно меньше, чем в насаждениях дуба, сосны и смешанных насаждениях сугрудков. Следовательно, скорость круговорота азота, фосфора, калия и в целом всех зольных элементов в тополевых насаждениях значительно больше. Так, например, в суборях оборачиваемость азота в тополевых насаждениях в 3—5 раза быстрее, чем в сосновом насаждении, в сырых и влажных грудах быстрее, чем в насаждениях дуба, в 2,2 раза, а во влажных сугрудках в 2,5 раза быстрее, чем в смешанных насаждениях. Круговорот фосфора в тополевых насаждениях суборей происходит в 6—11 раз быстрее, чем в сосновом насаждении, в грудах и сугрудках в 3 раза быстрее, чем в дубовых и смешанных насаждениях. Лишь магний оборачивается в насаждениях всех других пород значительно быстрее, чем в тополевых, — в 1,2—3 раза. Скорость круговорота кальция в сосновых насаждениях влажных суборей также большая, чем в тополевых насаждениях.

Таблица 34

Запасы азота и зольных элементов в опаде (числитель) и подстилке (знаменатель) тополевых насаждений, кг/га

Номер стационара	Органическое вещество	Масса кг/га абсолютно сух. вещ.	Зола	N	P	K	Ca	Mg
1	Опад	3755	429	75	8,6	36	62	11,3
	Подстилка	5597	837	70	5,0	19	119	14,0
2	Опад	4302	392	96	9,5	53	76	9,5
	Подстилка	4863	817	70	4,4	18	105	12,6
3	Опад	4612	420	82	9,2	42	73	10,6
	Подстилка	5426	762	65	4,9	21,7	112	14,1
4	Опад	3545	332	67	7,4	36	51	7,4
	Подстилка	6774	1122	80	5,8	24	173	19,0
5	Опад	4220	501	83	9,3	39	64	9,3
	Подстилка	8494	1823	116	8,5	3,8	257	29,7
6	Опад	4142	386	94	9,5	54	71	9,1
	Подстилка	5296	1004	71	5,3	25	157	17,5
7	Опад	3001	263	57	6,3	36	47	7,2
	Подстилка	5728	1087	73	5,7	26	168	19,5
8	Опад	3073	232	43	6,1	29	32	5,5
	Подстилка	7765	1501	99	7,0	37	224	24,1
9	Опад	2492	197	46	5,7	26	37	3,5
	Подстилка	3746	725	46	3,4	18	113	12,4
10	Опад	3494	320	74	8,7	49	62	10,0
	Подстилка	5011	853	68	6,0	26	111	14,5
11	Опад	4604	241	136	8,3	72	44	10,1
	Подстилка	6169	762	75	8,0	17	109	14,8

Более интенсивно, чем у тополя, круговорот азота и калия происходит в черноольховых насаждениях — в 1,5 раза по азоту и в 2,5 раза по калию.

Баланс веществ в растительных ценозах является заключительным этапом изучения биокруговорота (Родин и др., 1958; Ремезов и др., 1959). Он определяется тремя величинами: 1) количеством азота и элементов зольного питания, которые лес ежегодно берет из почвы на образование годичного прироста; 2) количеством, которое он ежегодно возвращает с опадом, и 3) разностью между ними, показывающей ежегодное накопление этих элементов древостоем. Средневозрастные насаждения тополя ежегодно возвращают с опадом в почву в среднем по 10 стационарам 74% вовлекаемого ежегодно в круговорот азота, 67% фосфора, 62% калия, 49% кальция и 50% магния, а всего

зольных элементов—63% (табл. 35). Это примерно в 1,5 раза больше, чем насаждения других древесных пород. Так, сосняк брусничниковый в возрасте 45 лет возвращает лишь 44% азота, 43% фосфора, 21% калия, 38% кальция, 34% магния; ельник зелено-мошно-кисличниковый в возрасте 38 лет возвращает ежегодно 32% азота, 24% фосфора, 14% калия, 27% кальция, 30% магния; липняк осоково-снытевый в возрасте 30 лет возвращает ежегодно 83% азота, 21% фосфора, 50% калия, 31% кальция, 40% магния. Еще меньше возвращает в почву осинник осоково-снытевый в возрасте 30 лет — от 21 до 50% (Ремезов и др., 1959).

Больше, чем тополевое, возвращает элементов пищи черноольховое насаждение (стационар 11): 78% азота против 74% у тополя, 75% калия против 62% у тополя, 61% кальция против 49% у тополя и 55% магния против 50% у тополя. Лишь фосфора тополовые насаждения возвращают больше, чем ольховые, — 67% против 57%.

Таким образом, в то-  
полневых насаждениях  
значительно более интен-  
сивной, чем в насажде-  
ниях других древесных  
пород, является не толь-

Таблица 35

Круговорот азота и зольных элементов в насаждениях тополя, кг/га

ко восходящая ветвь биологического круговорота — поглощение, но и нисходящая — возвращение.

Несмотря на большой процент ежегодного возврата, тополевые насаждения в абсолютном выражении задерживают ежегодно, накапливают в себе значительно большее количество золы, чем другие насаждения (см. табл. 36). Так, в условиях В<sub>3</sub>

Таблица 36

Накопление азота и зольных элементов в насаждениях тополя майского\*

Номер стационара	Биомасса абс. сух. вещ. **	Зола	N	P	K	Ca	Mg
1	248,6	4308	372	67	256	1350	135
	158,4	2744	237	43	163	860	86
2	237,6	4988	374	81	407	1362	170
	153,3	3217	204	44	222	742	93
3	190,4	3738	274	61	312	1043	174
	177,2	3480	255	57	290	971	162
4	68,6	1599	96	19	124	458	71
	143,4	3340	200	40	259	957	148
5	202,8	5054	319	61	432	1407	264
	180,1	4574	310	56	388	1281	236
6	24,5	524	54	10	38	149	23
	91,4	1954	201	37	142	556	86
7	114,3	2738	175	27	206	809	101
	125,0	2993	191	30	225	884	110
8	197,2	3018	531	74	405	513	146
	164,6	2520	443	62	338	428	122
9	15,6	536	49	6	48	163	17
	28,8	989	90	11	89	301	31
10	115,6	2860	282	49	239	709	98
	119,8	2963	292	51	248	734	102
11	128,8	1691	355	34	130	493	63
	181,2	2379	499	48	183	694	89

\* В числителе — г/дерево, в знаменателе — кг/га.

\*\* В числителе — кг дерево, в знаменателе — т/га.

30-летние насаждения тополя (стационары 7 и 8) накапливают 2,7 и 3,0 т/га золы, а насаждение сосны в возрасте 52 года лишь 1 т/га, азота соответственно — 191, 443 и 263 кг, калия — 225, 338 и 110 кг, кальция — 428, 884 и 355 кг. Лишь фосфора в сосновом насаждении несколько больше, чем в тополевом: 61 против 30 и 62 кг. Однако в условиях В<sub>2</sub> сосновое насаждение накапливает значительно больше азота и зольных элементов, чем тополевое насаждение: азота — в 4,4 раза, фосфора — в 7 раз,

магния — в 3 раза и т. д., а в целом золы — 1,4 раза. В условиях D<sub>3-4</sub> тополовое насаждение также накапливает значительно больше золы, чем насаждения дуба и черной ольхи, — 2,8 против 1,7—2,4 т/га (стационары 10 и 11). Однако азота и калия насаждения дуба накапливают примерно в 2 раза больше, чем тополовое насаждение. Фосфора в дубовом насаждении содержится 130 кг/га, а в тополовом — лишь 47 кг/га, или в 2,8 раза меньше. Кальций и магний в тополовых и дубовых насаждениях накапливаются примерно одинаково — около 800 и 95 кг/га.

Рассмотренные нами показатели биологического круговорота веществ — емкость, скорость и баланс питательных веществ — в достаточной мере характеризуют его особенности в тополовых насаждениях. Многими авторами предложен целый ряд коэффициентов, дополняющих характеристику биологического круговорота веществ в растительных сообществах. И. И. Смольяников (1969) систематизировал все эти показатели. Наиболее важными из них, подчеркивающими особенности биокруговорота в тополовых насаждениях, являются коэффициенты потенциального участия азота и зольных элементов в будущих циклах биокруговорота и условные затраты того или иного элемента пищи на единицу товарной продукции.

Коэффициент потенциального участия элемента в будущих циклах круговорота вещества, выражаемый отношением  $\frac{\text{масса опада}}{\text{кг элемента в опаде}}$  хорошо отражает темпы высвобождения азота и элементов зольной пищи из опада. Чем меньше этот коэффициент, тем большее количество того или иного элемента пищи высвобождается в насаждении для будущих круговоротов. Анализ величин этого коэффициента в тополовых (среднее из 10 стационаров) и в насаждениях других пород (Рябуха, 1970) показывает, что в тополовых насаждениях быстрее, чем в насаждениях сосны, дуба, ольхи и смешанных хвойно-широколиственных, высвобождается азот в 1,4—3,0 раза, фосфор — в 1,1—1,8 раза, калий — в 3,4—1,5 раза и кальций — в 1,2—3,1 раза, а в целом все зольные элементы (по золе) — в 1,1—2,7 раза. Лишь магний высвобождается в тополовых насаждениях медленнее, чем в насаждениях других пород, кроме сосновых, — в 1,5—2,3 раза.

Условные затраты пищи на единицу товарной продукции определяются соотношением

$$\frac{\text{кг элемента в условном потреблении (листья, годич. побеги)}}{\text{текущий прирост древесины, м}^3/\text{га}}.$$

На один кубометр текущего прироста древесины тополь тратит золы в 2,5 раза больше, чем сосна, в 1,3 раза больше, чем черная ольха и смешанные хвойно-широколиственные насаждения, и в 1,6 раза меньше, чем дуб.

В тополовых насаждениях значительно более экономно, чем

в насаждениях других пород, тратится азот, фосфор и магний. На кубометр прироста древесины тополь тратит из условного потребления азота на 5% меньше, чем сосна, и в 1,7—1,9 раза меньше, чем дуб, ольха и смешанные насаждения. Фосфора на кубометр древесины тополь тратит меньше, чем ольха, в 1,3 раза, чем сосна — в 1,9 раза, чем смешанное насаждение — в 2,8 раза и чем дуб — в 3,2 раза. Магния тополь тратит на один кубометр древесины в 1,3—2,6 раза меньше, чем дуб, ольха и смешанные насаждения. Значительно меньше тратит тополь на кубометр прироста древесины, чем ольха и смешанное насаждение, калия — в 1,8—2,7 раза. Лишь кальция тополь тратит на кубометр древесины больше, чем сосна, в 3,1 раза и чем смешанное насаждение — в 1,4 раза. Калия тополь также тратит больше, чем сосна, в 2,2 раза.

Зная параметры биологического круговорота веществ, складывающегося в насаждениях различных древесных пород, можно дать оценку почвопреобразующему воздействию той или иной древесной породы (Ремезов и др., 1959; Ремезов, Погребняк, 1965; Смольянинов, 1969). Почвоулучшающему влиянию древесной породы соответствует более емкий, более интенсивный тип биокруговорота, почвоухудшающему — менее емкий и более заторможенный. Точнее — типу биокруговорота соответствует характер почвопреобразующего воздействия, поскольку последний порождается, обусловливается первым.

В тополевых насаждениях, даже в крайне неблагоприятных для них условиях суборей, складывается значительно более емкий и более интенсивный биокруговорот азота и элементов зольной пищи, чем в насаждениях других древесных пород в аналогичных условиях, не только в его восходящей — поглощающей ветви, но и в нисходящей — возвращающей.

Учитывая все это, а также высокую продуктивность тополевых насаждений, аккумулирующих в силу своих биологических свойств за единицу времени значительно больше, чем другие древесные породы, солнечной энергии в виде древесины, тополи следует рассматривать скорее как почвоулучшающие, а не почвоистощающие древесные породы.

---

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И ХОД РОСТА НАСАЖДЕНИЙ ТОПОЛЯ ПО ТИПАМ УСЛОВИЙ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ

Высокая продуктивность тополей является основным их свойством, привлекшим внимание лесоводов. Особенно больших размеров достигают отдельно стоящие деревья или группы тополей. Многие из них среди древесной растительности умеренной зоны являются деревьями-гигантами. Известно описание испо-

линского экземпляра белого тополя с Черноморского побережья Кавказа в Хосте. В 120—140 лет это дерево достигло 35 м высоты и 4,2 м в диаметре (Богданов, 1952). Через 4 года Н. Крутиховский (1956) привел новые таксационные данные для этого экземпляра: возраст 160—180 лет, высота 36 м и диаметр 4,5 м. Объем древесины этого дерева составляет более 100 м<sup>3</sup>. По свидетельству Г. И. Адамянца, близ Майкопа на берегу р. Курджипс в окружении деревьев с диаметром около 1 м росло столетнее дерево сереющего тополя с диаметром на высоте груди 3,0 м, высотой 37 м. Объем древесины такого дерева равен 80 м<sup>3</sup>. На Полтавщине в Миргородском районе близ воспетого Н. В. Гоголем села Великие Сорочинцы в пойме р. Псёл в 1957 г. нами было встречено дерево-гигант сереющего тополя: примерно в 110-летнем возрасте оно имело диаметр на высоте груди 1,8 м, высоту 29,0 м и объем около 25 м<sup>3</sup>. Площадь проекции кроны этого дерева равна 700 м<sup>2</sup>. В Тростянецком дендропарке на Черниговщине в 1952 г. бурей было свалено 100-летнее дерево также сереющего тополя, имевшее диаметр на высоте груди 1,3 м, высоту 52 м и объем без коры 16 м<sup>3</sup> (Логгинов, 1961). Деревья-гиганты белого тополя с диаметром на высоте груди до 1,5 м и высотой более 30 м растут в Софиевском парке Умани, в парке с.-х. техникума села Бенькова Вишня Львовской области.

Больших размеров достигают и отдельно стоящие деревья осокоря. До создания водохранилищ в пойме Днепра нередко можно было встретить 100—150-летние деревья осокоря с диаметром на высоте груди 1,5—2,0 м и высотой 35—40 м.

Завезенные на Украину канадские, евроамериканские и бальзамические тополи достигают значительно меньших размеров, чем наши отечественные белый, сереющий и черный. При этом канадские тополи и их евроамериканские гибриды достигают больших размеров, чем бальзамические. Так, уцелевшие отдельные экземпляры посаженных И. Н. Каразиным в 1810 г. в селе Основинцы Богодуховского района Харьковской области деревьев канадского тополя в 150-летнем возрасте имели диаметр на высоте груди 1,5 м и высоту 35 м. По данным Бауэра, 138-летний канадский тополь в городском саду в Карлсруэ достиг диаметра на высоте груди 2,0 м, высоты 38 м. Общий объем древесины этого дерева был равен 58 м<sup>3</sup>, в том числе 26 м<sup>3</sup> стволовой древесины (Эйзенрейх, 1959). Это дерево считалось самым большим деревом канадского тополя в Европе. В Тростянецком парке в 75—80 лет канадский тополь имел диаметр 80 см и высоту 40 м. Черный пирамидальный тополь в 100-летнем возрасте достигает диаметра 1 м и высоты 30 м. Такие деревья, например, растут в Симферополе в долине р. Альмы.

Из евроамериканских гибридов в УССР наибольших размеров достигают одиночно стоящие деревья мощного тополя. В аллее на усадьбе Коляжинского лесничества Нежинского лескоз-

зага в 65-летнем возрасте наиболее толстые деревья этого тополя имели диаметр на высоте груди 112 см и высоту 38 м (см. рис. 1). При этом белый тополь достиг соответственно лишь 72 см и 32 м, а китайский — 62 см и 32 м. Майский тополь в 60—70-летнем возрасте достигает 1 м в диаметре и 35—38 м по высоте.

Китайский тополь в Тростянецком дендропарке в 62-летнем возрасте имел диаметр на высоте груди 80 см, высоту 40 м. В заповеднике Аскания-Нова в возрасте 62 года бальзамический тополь имел диаметр 76 см и высоту 24 м, а в селе Бочки Конотопского района Сумской области в том же возрасте — 70 см в диаметре и 22 м по высоте.

Необходимо отметить, что деревья-гиганты, как правило, вырастают в оптимальных для их роста условиях, обычно во влажных и сырых грудах ( $D_3$  и  $D_4$ ).

Не всегда тополи, одиночно растущие деревья которых достигают гигантских размеров, являются наиболее высокопродуктивными и в массивных лесных насаждениях. Необходимо учитывать присущее тополям свойство общительности, т. е. способность произрастать в сообщности деревьев. По этому свойству разделяют тополи общительные (туранга), очень общительные (белые тополи и осина) и сносно общительные, не любящие чрезмерной густоты и конкуренции (черные и бальзамические тополи (Pourlet, 1957). На основании анализа роста отдельно стоящих деревьев, линейных и массивных насаждений в порядке уточнения упомянутого выше разделения тополей по степени общности можно расположить тополи в следующий нисходящий ряд: осина, сереющий, белый, осокорь, канадский, майский, евроамериканский серый, мощный, черный пирамидальный, Болле, китайский.

Изучение продуктивности массивных тополевых насаждений в УССР впервые начато П. Ф. Подгурским в 1945 г. В течение 1945—1946 гг. он изучил 13 участков лучших тополевых насаждений в УССР. В конце 40-х годов А. М. Флоровским (1950) были изучены осокорники нижнего Днепра. Много примеров высокой продуктивности тополевых насаждений в различных лесорастительных условиях республики приводится в работах А. Г. Солдатова (1956, 1959). На основании изучения тополевых насаждений в левобережной лесостепи УССР в 1958 г. нами впервые был составлен эскиз таблиц хода роста насаждений тополя на типологической основе для условий влажного и сырого груда ( $D_3$ ,  $D_4$ ), богатого влажного сугрудка ( $CD_3$ ), влажного и свежего сугрудков ( $C_3$ ,  $C_2$ ) (Редько, 1959, 1961). В конце 50-х — начале 60-х годов многими исследователями изучена продуктивность отдельных тополевых культур, в основном в лесостепи и степи УССР. В 1966 г. на основании большого количества пробных площадей нами были составлены довольно точные

таблицы хода роста насаждений преимущественно черных тополей в условиях влажного и сырого грунтов, свежего и влажного сугрудков.

Всего в течение 1956—1969 гг. нами изучена с закладкой пробных площадей и разработкой модельных деревьев продуктивность 225 насаждений различных видов тополей в самых различных условиях местопроизрастания. Кроме этого, мы располагаем данными 156 пробных площадей, заложенных в различных зонах УССР и опубликованных другими авторами. На основании обобщения данных 381 пробной площади нами дана полная характеристика продуктивности, хода роста и товарной структуры массивных насаждений тополя в широком типологическом диапазоне от свежих суборей до сырых дубрав.

### Массивные насаждения

Методика составления таблиц хода роста. Поскольку на Украине в настоящее время типы условий местопроизрастания хорошо изучены и почти все лесохозяйственные мероприятия увязываются с ними, составление таблиц хода роста насаждений различных древесных пород по типам условий местопроизрастания мы считаем вполне своевременным и существенным. Необходимость составления таблиц хода роста по типам леса, особенно в условиях интенсивного лесного хозяйства, признают сторонники и авторы бонитетных таблиц хода роста. Составленные М. В. Давидовым или под его руководством таблицы хода роста насаждений для УССР, как правило, после указания бонитета в скобках содержат ссылку на типы леса. Более того, М. В. Давидов пришел к выводу о необходимости составления таблиц хода роста насаждений всех пород по трем типам роста, отмеченным еще И. В. Третьяковым в 1941 г. Однако условия местопроизрастания создают даже для одной древесной породы не три, а значительно больше типов роста. Ссылки на типы условий местопроизрастания чаще являются всего лишь вынужденной данью необходимости составления таблиц по типам леса, а не по бонитетам, так как сами таблицы остаются бонитетными, «шаблоном — невероятным для живой природы» (Третьяков и др., 1952).

Бонитетные таблицы хода роста насаждений различных древесных пород сыграли большую положительную роль при учете лесных ресурсов. Они еще необходимы и сейчас во многих лесных районах нашей страны со слабо изученными типами леса и экстенсивным ведением лесного хозяйства. Однако по мере интенсификации лесного хозяйства, изучения типов леса и перехода к планированию и осуществлению всех лесохозяйственных мероприятий на типологической основе бонитетные таблицы хода роста должны быть заменены таблицами хода роста

по типам леса. Тем более недопустимым мы считаем бонитетный принцип построения таблиц хода роста для насаждений такой быстрорастущей древесной породы, как тополь, требующей самой интенсивной культуры выращивания.

Применение в практике лесного хозяйства таблиц хода роста насаждений различных древесных пород по типам леса позволит производить не только сравнительную количественную оценку динамики важнейших таксационных показателей, но и анализировать их качественное состояние путем сопоставления кривых текущих приростов. Подобный анализ основан на том, что каждому определенному типу леса соответствует свой тип кривой хода роста, своя формула кривой прироста. Это позволяет выявлять причины, вызвавшие задержку или интенсификацию роста леса и по возможности устранять или усиливать их путем применения соответствующих лесохозяйственных мероприятий. Изучение же роста леса по бонитетам не может вскрыть подобные закономерности, так как бонитетные кривые по форме друг от друга не отличаются.

«Чем скорее мы отойдем от старых таблиц, основывающихся на предвзятых однотипных кривых хода роста и являющихся продуктом субъективной графической интер- и экстраполяции, обезличивающей как раз ту специфику хода роста конкретных насаждений, которая наиболее ярко отражает биологию пород и особенности среды, тем скорее мы сможем предложить лесному хозяйству и лесоустройству более надежную основу для точной оценки производительности насаждений, правильного установления оборотов рубки, систем рубок главного пользования и ухода за лесом, приемов возобновления насаждений и мелиорации почв в лесном хозяйстве (Погребняк, 1955, с. 258).

В основу методики составления таблиц хода роста насаждений тополя был положен широко известный в таксации типолого-графический метод ЛенНИИЛХ, специально предназначенный для составления таблиц хода роста насаждений по типам леса, а также некоторые положения метода указательных насаждений по М. В. Давидову. Собранные материалы позволили составить таблицы хода роста культур черных тополей (преимущественно евроамериканского гибрида — майского) в 8 типах условий местопроизрастания ( $D_4$ ,  $D_3$ ,  $D_2$ ,  $C_4$ ,  $C_3$ ,  $C_2$ ,  $B_3$  и  $B_2$ ), для культур бальзамических тополей — в условиях  $D_4$ ,  $D_3$ ,  $D_2$ , а также для естественных насаждений белого и серебристого тополей в условиях  $D_{3-4}$  и  $C_3$ .

Принадлежность насаждений к одному естественному ряду развития, кроме точного определения при закладке пробной площади типа условий местопроизрастания по методике лесотипологических исследований, была проверена ходом роста по высоте и диаметру 3—7 модельных деревьев, разработанных на каждой пробной площади, и путем использования установлен-

ных линейных закономерностей в соотношении таксационных признаков. Это является основой типолого-графического метода построения таблиц хода роста.

Пробные площади закладывали внутри насаждений и такого размера, чтобы на них было не менее 200 деревьев. Для определения типа условий местопроизрастания описывали почвенный разрез, точно фиксировали местоположение и рельеф, производили описание подлеска и почвенного покрова с установлением обилия по Г. Н. Высоцкому. По возможности полно фиксировали историю создания и выращивания насаждений. Перечет всех деревьев делали по 1- или 2-сантиметровым ступеням толщины с разделением деревьев на оставляемую и вырубаемую при рубках ухода части, а в пределах части — на деловые, полу-деловые и дровяные категории стволов. У 3—5 деревьев каждой ступени толщины измерялась высота. Для нахождения хода роста модельных деревьев по диаметру в коре была установлена зависимость между двойной толщиной коры и диаметром ствала без коры. Для этого были использованы сгруппированные по ступеням толщины обмеры диаметров без коры и двойной толщины коры 573 модельных деревьев тополя. Эта зависимость графически выразилась уравнением прямой линии с постоянными коэффициентами:  $y = 0,082x + 0,24$ .

Насаждения всех пробных площадей, отобранных для составления таблиц хода роста, одинаковы по происхождению: для черных и бальзамических тополей — культуры, созданные посадкой черенков, для белого и сереющего тополей — естественные насаждения. Для черных тополей использовано несколько насаждений осокоря, созданных посадкой сеянцев. Все насаждения одновозрастные, не имели задержки в росте, чистые по составу. Примесь других видов тополей не превышает 1—2 единиц в составе насаждения. Все насаждения черных и бальзамических тополей созданы и выращены традиционными методами выращивания насаждений других пород на Украине. Это значит, что они создавались с размещением посадочных мест преимущественно  $1,5 \times 0,7$ ;  $2 \times 0,7$ ;  $2 \times 1$ , реже  $1 \times 1$  и  $2 \times 2$  м, по частичной и сплошной подготовке почвы. За культурами велся в течение первых 3—4 лет уход в рядах и междуурядиях. Обрезка сучьев не производилась. Прочистки и прореживания в тополовых насаждениях производились, как правило, в последнюю очередь и со средней для других пород, но крайне слабой для тополей интенсивностью.

В итоге для составления таблиц хода роста окончательно были отобраны 94 пробные площади из изученных нами насаждений и 34 (по линейным закономерностям) из насаждений, изученных другими исследователями. Все 128 пробных площадей представляют лучшие и наиболее высокополнотные из всех изученных насаждений и отвечающие всем перечисленным выше требованиям.

Таблица 37

Распределение количества пробных площадей, использованных для построения таблиц хода роста, по типам условий местопроизрастания и классам возраста

Тип условий местопроизрастания	Пятилетние классы возраста									Всего
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Черные тополи										
$D_4$	2	5	2	2	2	2	—	—	—	17
$D_3$	1	3	4	3	6	3	1	—	—	21
$D_2$	2	5	3	2	1	—	—	—	—	13
$C_4$	1	—	2	2	2	—	—	—	—	7
$C_3$	1	4	3	7	1	2	—	—	—	18
$C_2$	1	1	2	2	1	—	1	2	—	10
$B_3$	2	2	3	2	1	1	1	—	—	12
$B_2$	1	—	2	2	—	1	—	—	—	6
Белый и сереющий тополи										
$D_{3-4}$	—	1	—	—	1	—	3	—	1	6
$C_3$	1	1	—	—	—	1	2	—	1	6
Бальзамические тополи										
$D_4, D_{3-4}$	—	2	2	—	1	—	—	—	—	5
$D_2, D_3$	—	3	—	2	1	1	—	—	—	7
Итого	12	27	23	24	17	11	10	2	2	128

Как видно из табл. 37, все типы условий местопроизрастания по всем классам возраста для черных тополей представлены достаточным количеством пробных площадей. Недостаточно их количество для белого, сереющего и бальзамических тополей. По некоторым классам возраста совсем не оказалось насаждений, отвечающим необходимым требованиям для составления таблиц хода роста. Этот недостаток был восполнен ходом роста средних модельных деревьев.

Зависимости между средней высотой и суммой площадей сечений насаждения при полноте 1,0, между средней высотой и запасом насаждения, между средней высотой и видовой высотой были установлены нами для всех тополей в целом. Для каждого конкретного типа условий местопроизрастания необходимо было правильно установить ход роста насаждения по высоте, диаметру и сумме площадей сечения.

Ход роста насаждений в высоту был установлен по выравненной прямой бонитетов, а по диаметру — по выравненной прямой средних диаметров. Полученные табличные данные по высоте и диаметру хорошо согласуются с этими показателями, полученными на пробных площадях, средние отклонения не выходят за пределы по высоте  $\pm 5-7\%$ , по диаметру  $\pm 6-7\%$ . Меньше отклонения там, где больше использовано пробных пло-

щадей. Напротив, когда пробных площадей меньше, отклонения большие. Так, для черных тополей в условиях влажных суборей среднее отклонение в сторону преувеличения равно даже 12,5%, а в условиях свежей субори отклонение по высоте в сторону преуменьшения равно 9,4%. Плавные кривые текущих приростов по высоте и диаметру (см. рис. 10 и 11) также свидетельствуют о правильном установлении хода роста насаждений по этим признакам.

Приведение насаждений пробных площадей к одной полноте производилось графическим способом. На оси абсцисс были отложены средние высоты ( $H$ ) всех изученных нами 225 насаждений тополя, а по оси ординат — соответствующие средним высотам суммы площадей сечения ( $G$ ) в переводе на гектар независимо от возраста и типов условий местопроизрастания. Соединением концов ординат, соответствующих наибольшим суммам площадей сечений, и заменой путем интерполяции ломаной линии плавной кривой устанавливалась зависимость между  $H$  и  $G$ , которая и использована в дальнейшем для определения сумм площадей сечения при полноте 1,0 по пятилетиям. Графически эта зависимость выразилась очень плавной, слегка выпуклой параболической кривой второго порядка.

Для насаждений в условиях  $B_2$ ,  $B_3$  и  $C_2$  определенная по этой кривой сумма площадей сечения дала завышенное количество деревьев в 5—10-летнем возрасте. В связи с этим сумма площадей сечения и количество деревьев на гектаре для некоторых типов леса были скорректированы фактическими данными пробных площадей. При создании культур количество посадочных мест, как правило, не превышало 5000 на 1 га.

Для определения запаса стволовой древесины по известной в лесной таксации формуле  $M = G \cdot H \cdot F$  необходимо было определить видовые высоты ( $H \cdot F$ ). Они находились следующим образом. На графике по оси абсцисс отложены высоты, а по оси ординат соответствующие высотам видовые высоты, определенные путем деления объема ствола ( $V$ ) на площадь его сечения на высоте груди. Для этого были использованы данные всех разработанных модельных деревьев. Графически эта зависимость выразилась прямой линией, а аналитически уравнением:  $y = -0,3575x + 1,1175$ . На основании средних высот и соответствующих им видовых высот и сумм площадей сечений были вычислены запасы стволовой древесины по пятилетиям, а на основе возраста — и ее средний и текущий периодический прирост. Делением видовых высот на соответствующие им высоты по пятилетиям вычислены видовые числа, а делением сумм площадей сечений на площадь сечения, соответствующую среднему диаметру, — число стволов. Все таксационные показатели увязаны во времени. Соотношения между средней высотой, с одной стороны, и запасом, суммой площадей сечения и видовой высо-

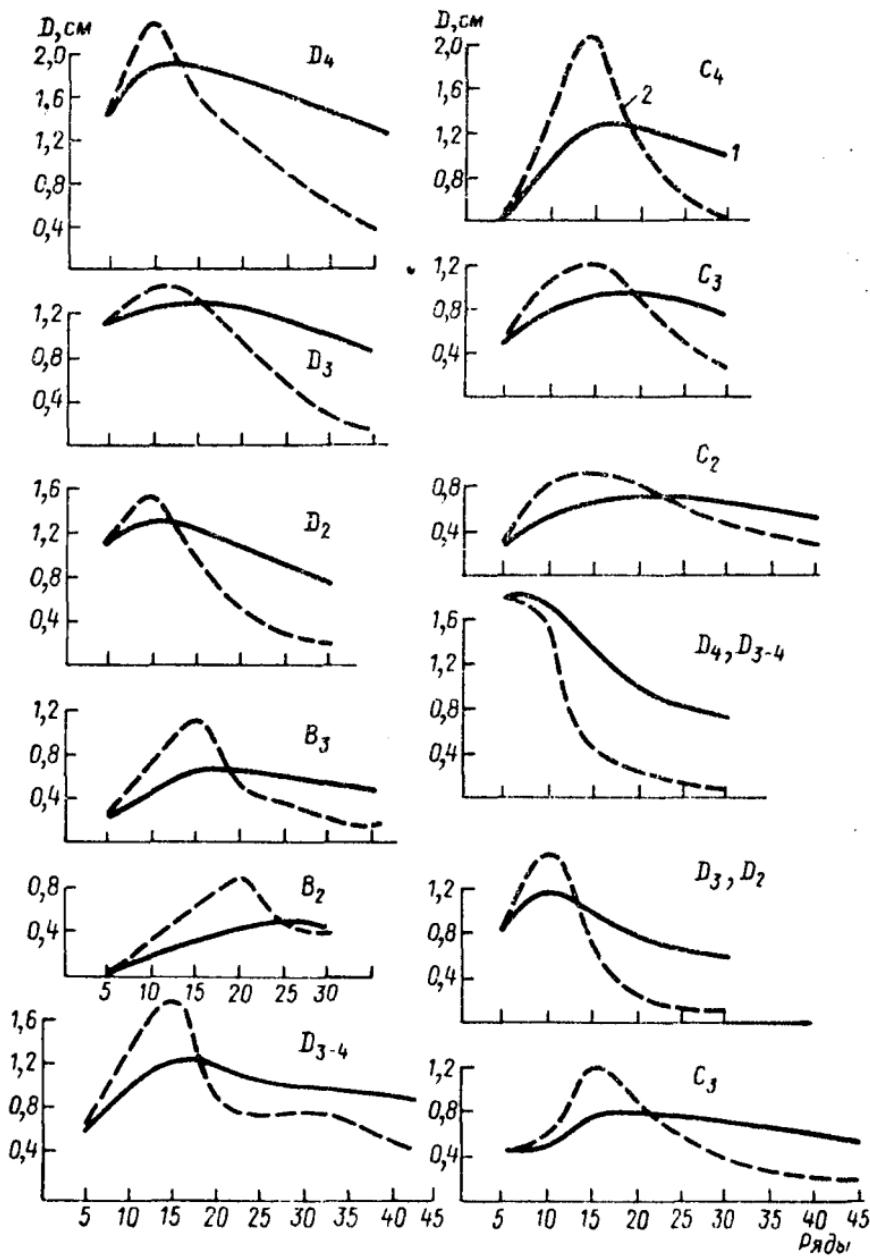


Рис. 11. Средние (1) и текущие (2) приросты по диаметру в насаждениях тополя по типам условий местопроизрастания.

той, с другой, графически выразились соответственно гиперболой, параболой и прямой.

Сопоставление полученных табличных данных по запасам древесины с фактическими данными пробных площадей показало хорошую их согласованность. Средние отклонения не превышают  $\pm 10\%$ .

Все таксационные элементы определены для всего насаждения в целом, включая и вырубаемую часть. Поскольку данные о вырубаемой части насаждения, прежде всего о запасе вырубаемой древесины, необходимы для проектирования рубок ухода и вычисления общей продуктивности насаждений, определялись некоторые таксационные элементы у вырубаемой части насаждения. Количество деревьев было определено по данным всего насаждения в целом как разница между количеством их по пятилетиям. Было вычислено, что средние диаметры всего насаждения примерно в 1,47 раза, а высота в 1,24 раза больше диаметра и высоты вырубаемой части. Интересно отметить, что другими исследователями для других древесных пород установлены примерно такие же соотношения между диаметрами и высотами оставляемой и вырубаемой частей насаждения. Видовые числа для вырубаемой части насаждения были получены из соотношений между высотой и видовой высотой всего насаждения. Зная объем среднего дерева и количество деревьев, вычисляли примерный запас вырубаемой части насаждения.

Общая продуктивность насаждения вычислена как сумма запаса насаждения в данный момент и промежуточных пользований. Динамика товарности насаждений получена на основе графически выравненных абсолютных данных сортиментации пробных площадей по модельным деревьям.

Ход роста и товарная структура насаждений тополей по типам условий местопроизрастания представлены в табл. 38.

На основании установленной зависимости между средней высотой насаждения, суммой площадей сечения и запасом стволовой древесины нами составлена стандартная таблица запасов и сумм площадей сечений насаждений тополя на Украине (см. рис. 12).

Продуктивность насаждений черных тополей наибольшая в условиях сырого груда ( $D_4$ ). Наименьшую продуктивность черные тополи имеют в условиях свежей субори. Общий запас древесины в 25-летнем насаждении в этих условиях составляет всего 16% запаса в сыром груде. По трофогенному ряду продуктивность тополевых насаждений увеличивается от суборей к грудам, а по гигрогенному — от свежих к сырым типам. С уменьшением влажности условий местопроизрастания возрастает требовательность тополя к плодородию почвы. Это легко объясняется тем, что более плодородная почва имеет лучшую влагообеспеченность.

Таблица 38

## Ход роста и товарная структура насаждений тополя в УССР по типам условий местопроизрастания

Возраст, лет	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Число стволов на 1 га	Среднее виловое число 0,001	Стволовая древесина, м <sup>3</sup> /га				Сумма промежуточного пользования, м <sup>3</sup> /га	Общая продуктивность, м <sup>3</sup> /га			Товарность древостоя, %						
	высота, м	диаметр, см				Запас		Прирост			Запас	Прирост по запасу	Деловая древесина		Дрова	Отходы				
						всего	в т. ч. вырубаемой	средний	текущий				крупная	средняя	мелкая	иого				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

## Культуры черных тополей

D<sub>4</sub> — сырой грунт

5	11,0	7,0	12,0	3160	462	61	21	12,2	12,2	21	61	12,2	12,2	—	—	52	52	33	15
10	16,0	18,3	33,8	1285	428	231	38	23,1	34,0	59	252	25,2	38,2	—	34	37	71	15	14
15	22,4	26,2	40,8	757	411	576	36	25,1	29,0	95	435	29,0	36,6	—	68	7	75	12	13
20	27,2	32,2	45,3	556	401	494	34	24,7	23,6	129	589	29,4	30,8	39	36	—	75	12	13
25	31,2	36,8	48,5	456	395	589	22	23,9	20,8	151	727	29,1	27,6	59	17	—	76	12	12
30	34,6	39,6	50,8	412	391	687	12	22,9	17,8	163	838	27,9	22,2	70	6	—	76	12	12
35	36,6	41,4	51,7	384	389	736	5	21,0	9,8	168	899	25,7	12,2	73	4	—	77	11	12

D<sub>3</sub> — влажный грунт

5	7,2	5,4	8,5	3680	519	32	9	6,4	6,4	9	32	6,4	6,4	—	—	30	30	60	10
10	13,6	12,5	28,9	2347	444	174	33	17,4	28,4	42	183	18,3	30,2	—	63	63	23	14	
15	18,7	19,3	35,9	1230	419	281	29	18,7	21,4	71	323	21,3	28,0	—	50	24	74	12	14
20	22,6	24,0	40,2	889	409	372	24	18,6	18,2	95	443	22,2	24,0	—	63	7	75	11	14
25	25,0	27,0	42,9	748	404	433	7	17,3	12,2	102	528	21,1	17,0	5	67	3	75	12	13
30	26,9	28,4	45,0	709	401	485	4	16,2	10,4	106	587	19,6	11,8	10	64	1	75	13	12
35	28,4	29,2	46,5	694	398	526	2	15,0	8,2	108	632	18,1	9,0	19	57	—	76	13	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>D<sub>2</sub> — свежий груд</b>																			
5	4,1	5,4	9,4	4105	641	25	—	5,0	5,0	—	25	5,0	5,0	—	—	20	20	62	18
10	13,0	13,0	32,0	2406	446	186	29	18,6	32,2	29	186	18,6	32,2	—	—	63	63	23	14
15	18,7	17,7	36,8	1496	419	288	33	19,2	20,4	62	317	21,1	26,2	—	—	67	67	18	15
20	21,5	20,0	39,0	1241	407	341	18	17,0	10,6	80	403	20,2	17,2	—	48	22	70	15	15
25	23,2	21,3	40,9	1148	407	386	10	15,4	9,0	90	466	18,6	12,6	—	56	17	73	13	14
30	24,3	22,1	42,2	1098	405	415	7	13,8	5,8	97	505	16,8	7,8	—	64	12	76	14	10
<b>C<sub>4</sub> — сырой супрудок</b>																			
5	2,0	2,0	1,3	4140	950	2	—	0,4	0,4	—	2	0,4	—	—	—	—	—	—	—
10	7,5	8,5	18,4	3240	513	71	16	7,1	13,8	16	71	7,1	13,8	—	—	43	43	37	20
15	13,0	18,9	27,9	994	446	162	62	10,8	18,2	78	178	11,9	21,4	—	19	51	70	13	17
20	17,8	24,5	34,5	732	421	258	25	12,8	19,2	103	336	16,8	31,6	—	60	13	73	12	15
25	21,6	27,6	38,4	642	407	338	14	13,5	16,0	117	441	17,6	21,0	7	63	5	75	11	14
30	22,7	29,7	40,3	582	407	372	16	12,4	6,8	133	489	16,3	9,6	19	56	—	75	11	14
<b>C<sub>3</sub> — влажный супрудок</b>																			
5	3,6	2,5	2,1	4310	694	5	—	1,0	1,0	—	5	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—
10	9,6	7,9	17,7	3620	484	80	18	8,0	15,0	18	80	8,0	15,0	—	—	47	47	38	15
15	13,8	14,0	32,0	2078	442	195	23	13,0	23,0	41	213	14,2	26,6	—	11	56	67	20	13
20	17,2	18,4	35,0	1316	424	255	17	12,8	12,0	58	296	14,8	16,6	—	35	37	72	15	13
25	19,0	21,0	36,2	1045	419	288	11	11,5	6,6	69	346	13,8	10,0	—	52	22	74	13	13
30	20,0	22,4	36,8	934	416	306	3	10,2	3,6	72	375	12,5	5,8	—	56	18	74	13	13
<b>C<sub>2</sub> — свежий супрудок</b>																			
5	1,6	1,3	0,6	4420	1044	1	—	0,2	0,2	—	1	0,2	0,2	—	—	—	—	—	—
10	6,8	5,4	8,9	3860	534	32	8	3,2	6,2	8	32	3,2	6,2	—	—	22	22	14	13
15	11,0	9,8	24,0	3200	462	122	20	8,1	18,0	28	130	8,7	19,6	—	—	55	55	30	15
20	14,0	13,9	29,4	1931	444	183	18	9,2	12,2	46	211	10,6	16,2	—	11	56	67	19	14
25	15,8	16,9	31,9	1422	432	218	15	8,7	7,0	61	264	10,6	10,6	—	23	49	72	15	13
30	17,2	19,2	33,4	1152	426	245	12	8,2	5,4	73	306	10,2	8,4	—	41	32	73	14	13

Продолжение табл. 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
35	18,5	21,0	34,5	997	422	269	8	7,7	4,8	81	342	9,8	7,2	—	52	21	73	14	13
40	19,7	22,2	35,1	907	418	289	2	7,2	4,0	83	370	9,2	5,6	—	56	18	74	13	13

B<sub>3</sub> — влажная суборь

5	2,2	1,2	0,5	4512	910	1	—	0,2	0,2	—	1	0,2	0,2	—	—	—	—	—	—
10	7,3	4,5	6,4	4003	516	24	4	2,4	4,6	4	24	2,4	4,6	—	—	—	12	12	15
15	12,0	10,0	26,6	3413	454	145	50	9,7	24,2	54	149	9,9	25,0	—	—	55	55	31	14
20	14,3	12,5	30,0	2439	444	190	21	9,5	9,0	75	244	12,2	19,0	—	—	67	67	18	15
25	15,7	14,3	31,2	1940	431	211	16	8,4	4,2	91	286	11,4	8,4	—	12	57	69	16	15
30	16,7	15,3	32,0	1739	427	228	8	7,6	3,4	99	319	10,6	6,6	—	18	52	70	16	14
35	17,3	16,1	32,5	1593	430	242	7	6,9	2,8	106	341	9,7	4,4	—	25	47	72	14	14

B<sub>2</sub> — свежая суборь

5	1,0	—	—	4600	1500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	3,2	1,7	0,9	4100	725	2	—	0,2	0,2	—	2	0,2	0,2	—	—	—	—	—	—
15	5,3	4,5	5,7	3560	577	17	6	1,1	3,0	6	17	1,1	3,0	—	—	14	14	—	8
20	6,8	8,6	16,6	2870	531	60	22	3,0	8,6	28	66	3,3	9,8	—	—	43	43	37	20
25	8,1	11,2	21,8	2220	502	89	19	3,6	5,8	47	117	4,7	10,2	—	—	59	59	23	18
30	9,1	13,2	24,8	1810	486	110	9	3,7	4,2	56	157	5,2	8,0	—	5	57	62	21	17

## Естественные насаждения белого и сереющего тополей

D<sub>3-4</sub> — сырватый влажный грунт

5	4,0	3,0	7,0	9902	600	18	—	3,6	3,6	—	18	3,6	3,6	—	—	—	—	—	—
10	9,3	9,5	21,6	3064	489	97	32	9,7	15,8	32	97	9,7	15,8	—	—	48	48	32	20
15	15,0	18,3	30,8	1171	435	200	62	13,3	20,6	94	237	15,5	27,0	—	51	21	72	13	15
20	20,5	22,8	37,8	926	415	321	23	16,0	24,2	117	415	20,8	36,6	—	65	8	73	13	14
25	23,8	26,6	41,5	747	407	401	30	16,0	16,0	147	518	20,7	20,6	5	66	3	74	12	14
30	26,0	30,5	43,9	601	402	459	36	15,3	11,8	183	606	20,3	17,6	27	48	—	75	12	13
35	27,7	34,0	45,7	503	398	504	33	14,4	9,8	216	687	19,6	16,2	44	31	—	75	12	13
40	28,9	36,6	46,7	444	398	537	25	13,4	6,6	241	753	18,8	13,2	56	20	—	76	11	13
45	30,0	38,7	47,5	404	398	565	20	12,5	5,6	261	806	17,9	10,6	69	8	—	77	10	13

Продолжение табл. 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

С<sub>3</sub> — влажный супругодок

5	3,1	2,1	4,6	13275	742	10	—	2,0	2,0	—	10	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—
10	6,8	5,0	16,6	8456	534	60	6	6,0	10,0	6	60	6,0	10,0	—	—	23	23	17	18
15	11,3	11,0	25,2	2652	462	131	48	8,7	14,2	54	137	9,1	15,4	—	—	54	54	28	18
20	15,5	15,4	31,4	1685	432	210	45	10,5	19,2	79	264	13,2	25,4	—	—	19	51	70	14
25	18,8	18,0	35,7	1403	419	281	17	11,2	14,2	96	360	14,4	19,2	—	—	37	36	73	13
30	21,0	19,8	38,4	1247	412	332	14	11,1	10,2	110	426	14,3	13,6	—	—	52	22	74	13
35	22,6	21,1	40,1	1147	408	370	11	10,6	7,6	121	480	13,7	10,4	—	—	57	18	75	12
40	23,8	22,1	41,5	1092	406	401	7	10,0	6,2	128	522	13,0	8,4	—	—	62	13	75	12
45	24,7	22,9	42,5	1032	404	427	9	9,4	4,6	137	555	12,3	6,6	—	—	66	10	76	11

## Культуры бальзамических тополей

D<sub>4</sub>, D<sub>3-4</sub> — сырой и сыроватый влажный груд

5	6,0	9,0	14,4	2263	566	48	—	9,6	9,6	—	48	9,6	9,6	—	—	43	43	37	20
10	15,0	17,0	30,8	1357	435	201	24	20,1	30,6	24	201	20,1	30,6	—	—	25	46	71	13
15	19,0	19,3	36,8	1231	419	285	9	19,0	16,8	33	309	20,6	21,6	—	—	44	28	72	13
20	21,0	20,6	38,4	1152	412	332	8	16,6	9,4	41	365	18,2	11,2	—	—	56	17	73	12
25	22,2	21,3	39,7	1114	409	360	4	14,4	5,6	45	401	16,0	7,2	—	—	63	11	74	12
30	23,0	21,8	40,7	1091	407	381	3	12,7	4,2	48	426	14,2	5,0	—	—	66	9	75	11

D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> — свежий и влажный груд

5	3,8	4,0	6,4	5091	663	16	—	3,2	3,2	—	16	3,2	3,2	—	—	5	5	17	5
10	13,8	11,4	28,6	2801	444	172	20	17,2	31,2	20	172	17,2	31,2	—	—	59	59	23	18
15	15,0	14,5	30,8	1865	435	201	30	13,4	5,8	50	221	14,7	11,0	—	—	11	56	67	19
20	15,8	15,7	31,9	1648	430	217	10	10,8	3,2	60	267	13,4	9,0	—	—	21	50	71	13
25	16,3	16,2	32,6	1582	430	228	3	9,1	2,0	63	283	11,5	4,2	—	—	23	48	71	16
30	16,4	16,7	32,8	1498	427	230	5	7,7	0,4	68	293	9,8	1,0	—	—	25	47	72	13

Увеличение разницы в продуктивности насаждений между типами условий местопроизрастания по влажности в связи с увеличением трофиности менее существенно. Так, общий запас древесины в 25-летнем возрасте в условиях  $D_2$  от  $D_3$  равен 88% (рис. 13), в  $C_2$  от  $C_3$  — 76%, а в  $B_2$  от  $B_3$  — 41%. Это свидетельствует о том, что влажность почвы для них более важна, чем богатство питательными веществами.

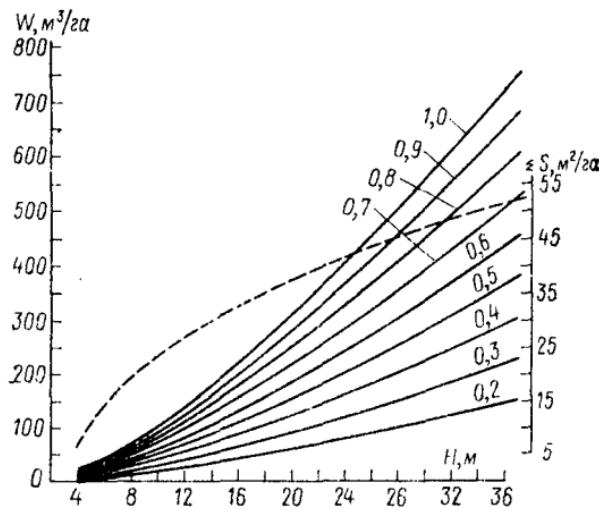


Рис. 12. Сумма площадей сечения ( $\varepsilon S$ ) и запасы стволовой древесины ( $W$ ) в зависимости от средней высоты ( $H$ ) насаждений тополя при различных полнотах.

По общей продуктивности тополевых насаждений в 25-летнем возрасте устанавливается следующий нисходящий ряд типов условий местопроизрастания:

Тип условий местопроизрастания . . . . .	$D_4$	$D_3$	$D_2$	$C_4$	$C_3$	$B_3$	$C_2$	$B_2$
Общий запас древесины, % . . . . .	100	73	64	61	48	39	36	16

В условиях  $D_2$  и  $C_4$  в 25-летнем возрасте насаждения очень близки между собой по продуктивности. То же относится и к насаждениям в условиях  $B_3$  и  $C_2$ . Однако ход роста их неодинаков.

Большой интерес представляет анализ кривых средних и текущих приростов насаждений в различных типах условий местопроизрастания по высоте, диаметру и общему запасу насаждений.

В условиях наивысшей продуктивности — в типе  $D_4$  — насаждения тополя даже к 35-летнему возрасту имеют средний прирост по высоте более 1 м, а по диаметру — более 1 см в год. При этом максимум прироста наступает очень рано, примерно в 3—4 года, и равен 2,5—3,0 м. До 5 лет наступает и возраст количественной спелости по высоте. Максимум приростов по

диаметру наступает несколько позже — в 9—10 лет. Абсолютная величина текущих приростов при этом равна примерно 1,8—2,2 см в год. Со снижением богатства и влажности типов условий местопроизрастания снижаются и максимумы средних и те-



Рис. 13. Культуры майского тополя в условиях  $D_3$ .  
Возраст — 26 лет, средний диаметр — 32 см, средняя высота — 27,6 м,  
запас древесины — 453 м<sup>3</sup>/га. Миргородский лесхоззаг, пойма р. Псёл.

кущих приростов по высоте и диаметру, а время наступления возрастов количественной спелости отодвигается соответственно от 5—13 в  $D_4$  до 18—22 лет в  $B_2$  (см. рис. 10 и 11). Чем энергичнее растут тополи, тем больший у них максимум приростов и тем раньше наступает возраст количественной спелости. Так,

в условиях грудов количественная спелость по высоте и диаметру наступает соответственно в 6 и 14 лет, в сугрудках — в 18—20 и в суборях — в 18—22 года. Аналогичная картина и по гигротолам. В условиях сырых типов они наступают соответственно в 12 и 16 лет, во влажных — в 12 и 18 и в свежих — в 17 и 21 год. Каждому типу условий местопроизрастания свойственна специфическая крутизна или плавность кривых текущих и средних приростов.

Насаждения бальзамических тополей по общей продуктивности в сравнимых условиях существенно уступают насаждениям черных тополей. Общей их особенностью является очень энергичный рост до 10—12 лет. В условиях  $D_{3-4}$ ,  $D_4$  до 5 лет насаждения бальзамических тополей превосходят даже насаждения черных тополей в условиях  $D_4$ , а по высоте превосходят их в условиях  $D_3$  до 15 лет. Текущий периодический прирост по общему запасу древесины в 10-летнем возрасте превышает  $30\text{ м}^3$  в год. Однако после этого рост насаждений по всем показателям резко замедляется, текущие приросты по всем таксационным показателям к 30 годам сводятся к нулю. В этом возрасте продуктивность насаждений бальзамических тополей в условиях  $D_{3-4}$ ,  $D_4$  лишь незначительно выше продуктивности насаждений черных тополей в условиях влажных сугрудков и ниже, чем в сырых сугрудках и свежих грудах, а в условиях  $D_3$  и  $D_2$  даже меньше, чем черных тополей в  $B_3$  и  $C_2$ . Энергичный рост в молодости резко сменяется очень медленным ростом в среднем возрасте. Это биологическая особенность бальзамических тополей.

Естественные насаждения белого и сереющего тополей по общей продуктивности в сравнимых условиях почти не уступают искусственным насаждениям черных тополей. Однако ход роста всех их таксационных показателей специфичен. Они умеренно, менее энергично, чем черные и бальзамические тополи, растут по высоте и диаметру до 15—20 лет. Однако и после 20—30-летнего возраста, когда насаждения черных замедляют, а бальзамических тополей прекращают свой рост, они продолжают также умеренно расти вплоть до 50 лет. По общему запасу древесины после 30 лет насаждения белого и сереющего тополей в условиях  $D_{3-4}$  превосходят насаждения черных тополей в условиях  $D_3$  и уступают им лишь в условиях  $D_4$ . Кривые текущего прироста по общему запасу древесины в насаждениях этих тополей в  $D_{3-4}$  даже в 40—45-летнем возрасте находятся на уровне  $10—15\text{ м}^3$ , тогда как у других тополей они резко снижаются. Возможно выращивание значительно более крупной деловой древесины в насаждениях белого и сереющего, чем в насаждениях других тополей.

Возраст количественной спелости по общему запасу древесины в насаждениях черных тополей в зависимости от типов условий местопроизрастания наступает в 20—27 лет. В насаждениях

дениях белого и сереющего тополей он наступает в 25 ( $D_{3-4}$ ) — 30 ( $C_3$ ) лет, а у бальзамических, в связи с описанными выше особенностями роста, в 13 ( $D_3, D_2$ ) — 15 ( $D_{3-4}, D_4$ ) лет. В среднем для черных тополей можно установить следующую возрастную градацию насаждений: молодняки — I—II, средневозрастные — III—IV, приспевающие — V, спелые — VI, перестойные — VII и выше классы возраста. Учитывая высокий текущий прирост древесины в насаждениях белого и сереющего тополей, а также необходимость выращивания высококачественной крупномерной древесины, спелыми их можно считать с VI по X класса возраста. Насаждения бальзамических тополей спелыми следует считать уже с IV класса возраста.

По характеру кривых хода роста насаждений черных тополей по высоте и диаметру условно можно выделить следующие типы роста: 1) обычный, в виде параболических кривых различного порядка с очень быстрым ( $D_4$ ), умеренным ( $C_3$ ) и очень замедленным ( $B_2$ ) ростом; 2) очень быстрый рост до и умеренный после 15 лет ( $D_2$  и  $D_3$ ); 3) замедленный до (особенно по диаметру) и очень быстрый после 10 лет ( $C_4$ ); 4) умеренный до и замедленный после 15—20 лет ( $C_2$ ); 5) замедленный до 7—8, быстрый до 15—17 и замедленный после 20 лет ( $B_3$ ).

В каждом типе условий местопроизрастания насаждения черных тополей имеют особый тип роста, обусловленный биологическими свойствами тополей и особенностями условий местопроизрастания. Даже в одном трофотопном ряду, например, в груде, но в различных гигротопах ( $D_2, D_3, D_4$ ) кривые хода роста неодинаковы. При этом расстояния между кривыми в одном и том же возрасте не могут быть одинаковыми, как это принято при бонитетном принципе построения таблиц хода роста. Увеличение влажности типа, например от  $D_2$  до  $D_4$ , соответственно увеличивает и плодородие этих условий. Увеличение плодородия почвы не эквивалентно увеличению влажности в цифровом выражении. По многолетним исследованиям Полесской АЛОС установлены совершенно различные запасы гумуса и азота в почвах одного и того же трофогенного ряда, но различных по влажности. Так, в 0—10 см слое почвы запас гумуса составил в  $D_2$  — 46,9; в  $D_3$  — 57,6, а в  $D_4$  — 228,5 т/га. Содержание азота соответственно равно 2,6; 3,2 и 11,5 т/га (Рябуха, 1967).

Бальзамическим тополям по сравнению с черными присущ свой особый тип роста. Они очень быстро растут до 10—12 лет, затем резко замедляют рост и растут очень медленно. Напротив, естественные насаждения белого и сереющего тополей вначале растут очень медленно, особенно в условиях влажных сугрудков ( $C_3$ ), а затем, когда другие тополи прекращают рост или растут очень медленно, они продолжают энергично расти до 45—50 лет как по высоте, так и по диаметру.

Предложенные М. В. Давидовым (1964) шкалы для бонитировки насаждений быстрорастущих пород не отражают роста лучших и худших насаждений. Ход роста насаждений черных тополей в  $D_4$  превышает наивысший бонитет по шкале, исходя из принятых в шкале интервалов между бонитетами, примерно на три бонитета, а в условиях свежих суборей, напротив, ниже последнего II бонитета примерно на два бонитета. Кривые хода роста насаждений тополя во всех других типах условий местопроизрастания пересекают обе шкалы — с обычным и быстрым вначале, а затем замедленным типами роста в различных направлениях. Тем самым еще раз наглядно демонстрируется, каким невероятным шаблоном для живой природы являются бонитетные таблицы хода роста.

Выводы, сделанные по обобщенным данным хода роста насаждений черных, бальзамических и белых тополей, хорошо подтверждаются показателями роста и продуктивности отдельных массивных и линейных насаждений в сравнимых лесорастительных условиях.

Насаждения бальзамических тополей всегда менее продуктивны, чем насаждения майского тополя. Так, в семи сравнимых по возрасту, густоте и условиям местопроизрастания парах чистых насаждений средний диаметр китайского тополя составлял лишь 84—86% диаметра майского, высота — 94—116%, запас стволовой древесины в массивных насаждениях в  $D_3$  — 71%, а в линейных в  $D_3$  — 33 и в  $C_3$  — 72%. Особенно большое отставание китайского тополя по росту от майского заметно в линейных насаждениях в условиях влажного груда. Заметно уступает по росту китайский тополь черному пирамидальному и позднему тополям в линейных насаждениях. Так, в 14-летней однорядной посадке ( $D_3$ ) пирамидальный тополь имел средний диаметр 29,4 см, среднюю высоту — 18,9 м и запас стволовой древесины — 92 м<sup>3</sup>/га, тогда как 12-летняя посадка китайского тополя имела средний диаметр лишь 22,4 см и среднюю высоту 14,4 м. Даже с учетом поправки на разницу в возрасте китайский тополь имел диаметр и высоту на 11%, а запас древесины на 37% меньше, чем насаждения пирамидального тополя. От позднего тополя китайский отстает по росту еще больше — в условиях  $D_3$  в 13 лет по диаметру на 38, по высоте на 32 и по запасу древесины на 72%.

Бальзамический тополь в массивных и линейных чистых насаждениях также растет хуже насаждений майского тополя. Средний диаметр его при этом составляет 76% в  $D_3$  и 84% в  $C_3$ , высота соответственно — 70 и 86%, а запас древесины — 30 и 69% от аналогичных показателей майского тополя. В условиях свежего сугрудка линейные 2-рядные насаждения обоих тополей растут примерно одинаково. Возможно, это является лишь случайным совпадением. Однако, по нашему мнению, это результат большей требовательности к влажности почвы май-

ского и меньшей бальзамического тополей. Отстает бальзамический тополь по росту и от канадского тополя. Так, в условиях влажного груда однорядная 45-летняя посадка канадского тополя имела средний диаметр 77,0 см, среднюю высоту 26,0 м и запас древесины 1132 м<sup>3</sup>/км, тогда как бальзамический тополь при прочих равных условиях имел диаметр 52,0 см, высоту 19,0 м и запас древесины 398 м<sup>3</sup>/км, что соответственно составляло 68, 73 и 35% от предыдущих показателей.

Исключением в группе бальзамических тополей является берлинский тополь. В смешанных насаждениях с очень редким размещением посадочных мест (7×7 м) берлинский тополь уступает по росту майскому. Однако в двух сравнимых парах чистых одно- и двухрядных линейных насаждений берлинский тополь превосходит майский: по диаметру — на 6—15%, по высоте — на 13—14% и по запасу древесины — на 7—44%.

Лавролистный тополь по сравнению с другими бальзамическими тополями больше всего отстает по росту от майского тополя. Так, в условиях свежего сугрудка 7-летняя однорядная посадка имела средний диаметр 9,0 см, среднюю высоту 5,4 м, а запас древесины — лишь 3 м<sup>3</sup>/км, что соответственно на 50, 31 и 77% меньше показателей насаждений майского тополя при прочих равных условиях.

Сравнение продуктивности чистых массивных и линейных насаждений майского и белого тополей полностью подтверждают сделанный выше обобщенный вывод по ходу роста их насаждений. До 25—30 лет насаждения майского тополя существенно превосходят по продуктивности насаждения белого тополя. Примерно к 35 годам продуктивность обоих тополей сравнивается, а после этого продуктивность энергично растущих насаждений белого тополя даже выше.

Особенностью естественных насаждений осокоря является их очень низкая полнота, равная в среднем 0,5—0,6. При сравнительно больших средних высотах и особенно средних диаметрах общая продуктивность таких насаждений по запасу древесины остается низкой. На эту особенность осокорников обратил внимание А. М. Флоровский (1950). В значительной мере она является результатом полного отсутствия простейших приемов ведения хозяйства на осокорь в таких лесах. Средний прирост древесины в лучших естественных насаждениях осокоря к 25—33-летнему возрасту колеблется в пределах 4—19 м<sup>3</sup>/га с минимумом в суборях и максимумом во влажных и сырых грудах. Продуктивность культур осокоря в аналогичных условиях примерно в два раза большая. Средний прирост древесины в культурах в зависимости от возраста колеблется от 5—8 м<sup>3</sup>/га в суборях до 19—25 м<sup>3</sup>/га в грудах. При этом средние диаметры и высоты обычно в культурах меньше, чем в естественных насаждениях. Большая продуктивность культур осокоря полностью обусловлена большей полнотой древостоя. Если в естествен-

ных насаждениях она находится в пределах 0,4—0,7, то в культурах — 0,7—1,1. Замена естественных осокорников культурами позволит удвоить продуктивность пойменных площадей.

Сравнение продуктивности чистых насаждений показывает, что осокорь уступает майскому в условиях грудов. Так, в 11-летнем насаждении осокоря средняя высота была равна 66%, средний диаметр — 81 и запас древесины — 88% от таких же показателей насаждения майского тополя. Даже в несколько лучших по влажности условиях ( $D_{3-4}$ ) осокорь отстает по росту от майского тополя ( $D_3$ ). Однако в менее богатых условиях местопроизрастания — во влажных сугрудках ( $C_3$ ) и богатых влажных сугрудках ( $CD_3$ ) — осокорь уже существенно превосходит майский тополь: по запасу древесины на 41% в первом случае и на 51% во втором. Это свидетельствует о несколько меньшей требовательности осокоря к богатству почвы по сравнению с майским тополем. Такой вывод напрашивается и при сравнении продуктивности насаждений осокоря и канадского тополя: в  $D_3$  осокорь уступает канадскому, а в  $C_3$  существенно превосходит его. По-видимому, при выборе тополей для выращивания в условиях сугрудков необходимо отдавать предпочтение осокорю, а не майскому и канадскому.

В линейных однорядных насаждениях канадский тополь обычно существенно превосходит по продуктивности майский тополь: по запасу древесины на 13% в условиях  $D_3$  и на 40—50% в  $C_3$ . В условиях  $C_2$  они по продуктивности равны. Есть основания, поскольку майский тополь является гибридом канадского и европейского черного тополей, считать канадский тополь несколько более требовательным к богатству и влажности почвы, чем майский, что и выражается его большей отзывчивостью на увеличение этих важнейших компонентов плодородия условий местопроизрастания.

Имеющиеся сравнимые пары чистых насаждений китайского и бальзамического тополей показывают, что китайский тополь превосходит по продуктивности бальзамический. Сравнимых пар насаждений других бальзамических тополей у нас нет. Однако по степени их отставания от роста и продуктивности насаждений майского тополя можно судить и об их сравнительной продуктивности. Наиболее высокопродуктивными являются насаждения берлинского тополя, затем идет крупнолистный, всегда сильно повреждаемый стекляницей и усачами, китайский, бальзамический и лавролистный тополи.

Естественным насаждениям белого и сереющего тополей, как и осокорникам, свойственна небольшая полнота. В поймах рек белый, сереющий и черный тополи очень часто образуют смешанные насаждения. Однако чистые насаждения белого и сереющего тополей значительно более продуктивны, чем осокорники, и не за счет достижения ими больших средних диаметров и высот, а за счет большей полноты. В противоположность осо-



Рис. 14. Естественное насаждение сереющего тополя с рекордной продуктивностью  
1400 м<sup>3</sup>/га в 37 лет.

Условия D<sub>3</sub>-4, пойма р. Пебл.

корю, белый и сереющий тополи могут и без вмешательства лесоводов естественно образовывать высокополнотные древостои. Это связано прежде всего с чрезвычайно интенсивным появлением отпрысков после рубки деревьев белого и сереющего тополей. Даже рекордная производительность тополей — 1000—1400 м<sup>3</sup>/га древесины в 37-летнем возрасте установлена нами при изучении своеобразных густых куртин белого тополя — площадью 0,05—0,1 га отпрыскового происхождения внутри естественного в целом менее продуктивного насаждения в пойме р. Псёл (см. рис. 14 и 15).



Рис. 15. Естественные насаждения белого тополя с запасом древесины 1000 м<sup>3</sup>/га в 37 лет.

Условия D<sub>3—4</sub>, пойма р. Псёл.

По данным 18 пробных площадей в лучших 26—47-летних естественных насаждениях белого и сереющего тополей можно составить следующий ряд нарастающей продуктивности по типам условий местопроизрастания:

Тип условий местопроизрастания .	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3—4</sub>	CD <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>3—4</sub>
Средний прирост древесины, м <sup>3</sup> /га .	6,1	10,3		13,6	17,2	33,0

Естественные насаждения белого и сереющего тополей имеют примерно в 1,5—2 раза большую продуктивность, чем аналогичные им осокорники. Еще большую продуктивность имеют немногочисленные, к сожалению, культуры белого тополя. В условиях влажного груда, по данным А. Г. Ярмольской (1960), 8-летние

культуры в Ярмолинском лесхоззаге имеют средний прирост древесины — 13,7 м<sup>3</sup>/га, а 33—35-летние в условиях С<sub>3</sub> и D<sub>3—4</sub> Лисичанского лесхоззага имеют даже 32,5—26,5 м<sup>3</sup>/га.

### Линейные насаждения

В отличие от массивных многорядных насаждений линейными мы называем 1-, 2-, реже 3- и 4-рядные защитно-декоративные посадки вдоль дорог, границ полей севооборотов, каналов, садов, различных водоемов и усадеб. Для получения тополевой древесины на Украине создаются преимущественно массивные многорядные насаждения. В течение 1958—1964 гг. массивные культуры созданы на площади 75 тыс. га, а линейные на площади 14,8 тыс. га.

В насаждениях Южной и Западной Европы линейные посадки являются основными источниками получения высококачественной крупной тополевой древесины. На Украине тополями издавна обсаживаются водоемы, сады, усадьбы колхозов и совхозов. Большинство дорог имеет защитные лесные посадки. Как правило, они созданы для получения от них защитных, ветроломных, декоративных и других так называемых невесомых полезностей. Результаты проведенных нами исследований показывают, что линейные насаждения одновременно с выполнением своих основных функций представляют значительный интерес как объекты эксплуатации и могут служить существенным источником получения древесины.

В течение 1962—1969 гг. нами обследованы и изучены линейные насаждения тополей вдоль дорог общей протяженностью около 6 тыс. км: Киев — Полтава — Харьков, Харьков — Сумы — Киев, Киев — Брест, Овруч — Житомир — Умань — Херсон — Симферополь, Харьков — Симферополь, Киев — Чернигов — Новгород-Северский — Шостка, Ровно — Сарны, Киев — Чернобыль и др., а также в некоторых близлежащих колхозах и совхозах. Линейные насаждения тополя занимают примерно одну десятую часть общей длины дорог. В них нами заложено 217 пробных площадей общей протяженностью 58 км. Кроме того, мы располагаем данными 29 пробных площадей в аналогичных насаждениях, изученных другими авторами.

Величина (протяженность) пробной площади определялась из расчета попадания в нее не менее 100—200 деревьев. При описании насаждений устанавливалось его местонахождение (километр дороги, колхоз или совхоз, село, город), расстояние между рядами и деревьями в рядах, вид тополя, тип условий местопроизрастания, возраст (по пням срубленных деревьев), удаление рядов от полотна дороги и пр. Делали сплошной перечет деревьев с обмером диаметров по 2-сантиметровым ступеням толщины и высот 20—25 деревьев. Как показала статистическая обработка, вследствие малой величины коэффициентов

вариации измерение диаметров даже у 48—70 деревьев и высот у 13—25 деревьев обеспечивает достаточную точность их определений — в среднем около 2—3%. Запас стволовой древесины определен нами по таблицам объемов стволов тополя (Редько, 1969).

Линейные насаждения созданы посадкой крупномерных 2—3-летних саженцев с подрезанными боковыми ветвями в ямки, обычно без последующего ухода за почвой и стволиком. 57% изученных насаждений — однорядные, 36% — двухрядные, 4% — четырехрядные и лишь 1% — пятирядные.

По расстоянию между посадочными местами в однорядных насаждениях нами встречено 17 вариантов — от 0,5 м, в 2-рядных с учетом различных расстояний между рядами — 38 вариантов — от 1×1 (первая цифра — расстояние между деревьями в ряду, вторая — между рядами) до 8×6 м и, наконец, в 3—6-рядных — 14, а всего 69 вариантов размещения. Наиболее широко применяемыми расстояниями между посадочными местами в однорядных насаждениях являются 5 м (18%), 3 м (16%), 2 м (14%), 4 м (12%) и 6 м (11%). В 2-рядных насаждениях преобладают размещения 5×5 м (11%), 2×3 м (10%), 4×4 м (7%), 3×4 м и 3×3 м (по 6%), 3×5 и 4×6 м (по 5%) и 2×1 м (3%).

Для выращивания линейных насаждений используются 13 различных видов и гибридов тополей. Как и в массивных, в линейных насаждениях преобладают евроамериканские гибриды, они составляют 56% всех изученных насаждений, в том числе майский — 49%, поздний — 5% и мощный — 2%. Довольно широко используется черный пирамидальный тополь (9%) и очень мало осокорь (3%), тополи белый, сереющий, Болле (всего 3%). На долю черных тополей принадлежит 81% всех линейных насаждений, а на долю белых — 3%. Остальные 16% занимают бальзамические тополи, в том числе китайский — 7%, бальзамический — 5, берлинский и лавролистный — по 2%.

Тополи используются для создания линейных насаждений вдоль дорог, как правило, при прохождении их по наиболее богатым почвам. Общим для защитных насаждений вдоль дорог является большая нарушенность естественного сложения почвы. Обычно она перемешана до глубины 1,5—2 м, срезана и удалена в самой верхней гумусированной части, заменена песком, гравием и пр. Все это создает хорошую аэрацию ее вдоль шоссейных дорог. В грудах размещено 44% изученных насаждений, в сугрудах — 47%. Учитывая особенности местообитания и большую площадь питания, создание линейных насаждений тополей даже в суборях и на заболоченных участках (при размещении деревьев на откосах полотна дороги) вполне оправдано не только их хорошими защитными и декоративными свойствами, но и, как будет показано ниже, большими запасами стволовой древесины.

По возрасту изученные насаждения распределяются следующим образом:

Возраст, лет . . .	5—10—15—20—25—30—30
% . . . . .	6—32—24—14—13—5—6

Однако это распределение не отражает истинной возрастной структуры линейных насаждений. В настоящее время преобладают 5—10-летние насаждения. Мы стремились изучить продуктивность не только лучших, но и более старых насаждений. Насаждения старше 35—40 лет встречаются очень редко.

Учитывая большое разнообразие изученных насаждений по видам тополей, типам условий местопроизрастания, возрастам и, особенно, по размещению посадочных мест, даже 246 пробных площадей, которыми мы располагаем, оказалось недостаточно для обобщения их роста и продуктивности таблицами хода роста. Пришлось ограничиться характеристикой и сравнением отдельных насаждений.

Насаждения, идентичные по виду тополя и условиям местопроизрастания, но различные по размещению посадочных мест, имеют примерно одинаковый ход роста по диаметру и высоте, при одинаковой площади питания, приходящейся на одно дерево. Специальными раскопками мы установили максимальное распространение корней в направлении, перпендикулярном длине ряда. В линейных насаждениях до 15 лет оно оказалось равным в среднем 10 м, а старше 15—20 лет — около 20 м. Расстояние между соседними деревьями в ряду или смежными рядами условно делится пополам. Площадь питания одного дерева, например, в 12-летней однорядной посадке с размещением в ряду через 4 м, равна 80 м<sup>2</sup>. В 2-рядной посадке полученный результат с учетом всех расстояний делится на два. Так, в 2-рядной 25-летней посадке с расстоянием между рядами 4 м между деревьями в ряду 5 м площадь питания одного дерева равна 110 м<sup>2</sup>. Примерно одинаковую площадь питания одного дерева имеют 25-летние однорядные насаждения с размещением деревьев в ряду через 1 м и 2-рядные с размещением деревьев 4×2, 5×2 и 2,5×2,5 м. Она равна соответственно 40, 44, 45 и 43 м<sup>2</sup>.

Все основные таксационные показатели — средний диаметр, средняя высота, количество стволов и запас древесины на одном погонном километре посадок находятся в прямой или обратной функциональной зависимости от площади питания одного дерева, обусловленной определенным размещением рядов и деревьев в рядах (см. табл. 39). Так, в 12-летних линейных насаждениях майского тополя в условиях влажного груда с увеличением площади питания, приходящейся на одно дерево, от 7 до 100 м<sup>2</sup> средний диаметр увеличился от 16,2 до 32,6 см, количество стволов на одном погонном километре уменьшилось от 1412 до 200. Запас стволовой древесины с увеличением площади питания от 7 до 25 м<sup>2</sup> возрос со 132 до 390 м<sup>3</sup>/га, затем постепенно снизился

Таблица 39

## Продуктивность линейных посадок тополя майского в зависимости от площади питания одного дерева

Тип условий место-произрастания	Размещение			Возраст, лет	Средние		Стволовая древесина, м <sup>3</sup> /км		
	Колич. рядов	Расстояние между рядами и деревьями в рядах, м	Площадь питания одного дерева, м <sup>2</sup>		диаметр, см	высота, м	“лич. деревьев на 1 км	запас	
D <sub>3</sub>	2	2×1	7	12	16,2	14,2	1412	132	11,0
	1	1	20		23,0	16,4	1000	146	12,3
	2	5×2	25		25,7	16,8	1000	390	21,9
	1	2	40		28,6	18,1	492	145	12,1
	2	5×6	54		30,7	15,3	333	113	9,4
D <sub>3</sub>	1	5	100	25	32,4	15,1	200	78	6,5
	2	4—5×2	44		35,2	23,6	997	1006	40,2
	1	2	80		42,8	24,2	495	755	30,2
	2	5×5	112		43,5	25,4	402	634	25,4
	1	5	200		58,8	28,6	200	485	19,4
C <sub>3</sub>	1	10	400	12	65,2	23,0	100	326	13,0
	2	2×1	11		14,1	11,2	1988	134	11,2
	1	1	20		16,2	13,3	1000	213	17,8
	1	3							
	2	4×4							
C <sub>3</sub>	1	4		25					
	1	3							
	2	4×5							
	2	5×5	60		24,6	14,1	336	90	7,5
	1	5							
C <sub>3</sub>	2	8×6	74	12	27,8	14,2	217	98	8,2
	1	6	120		27,0	12,6	160	58	4,8
	4	2,5×1	27		33,4	25,9	1242	1158	46,3
	1	1	40		35,0	22,9	1000	655	26,2
	2	1,5×5	106		39,4	22,9	398	342	13,7
C <sub>3</sub>	1	3	120	25	42,4	18,3	348	386	15,4
	2	3×10	205		57,8	26,9	200	374	15,0
	1	5							
	1	10	250		50,8	18,5	72	126	5,0
	1	10	400		70,6	24,0	100	261	10,4

до 78 м<sup>3</sup>/км. В возрасте возможной главной рубки линейного насаждения — в 25 лет — максимальный запас стволовой древесины был при площади питания 44 м<sup>2</sup> в среднем 1000 м<sup>3</sup>/км. Такую площадь питания имеют очень густые линейные насаждения — однорядные с расстоянием между рядами 1 м или 2-рядные с расстоянием между деревьями в рядах 2 м и между рядами 2 м. Аналогичная картина наблюдалась и во всех других условиях местопроизрастания, например в сугрудках, и для других видов тополей. Это подтверждает правильность харак-

теристики размещения тополей в линейных насаждениях площадью питания, приходящейся на одно дерево, несмотря на некоторые неизбежные условности, принятые для ее определения.

На основании этой закономерности мы отобрали 89 пробных площадей в 20—30-летних линейных насаждениях и путем графического выравнивания составили своеобразную таблицу их продуктивности в зависимости от площади питания, приходящейся на одно дерево (см. табл. 40 и рис. 16). При этом количество деревьев дано с учетом фактической сохранности их в насаждениях с возрастом. Анализ данных показывает, что средний диаметр линейного насаждения увеличивается с увеличением площади питания вплоть до  $600 \text{ м}^2/\text{дерево}$ . Однако особенно резко он возрастает лишь до  $30—40 \text{ м}^2$ , после чего его

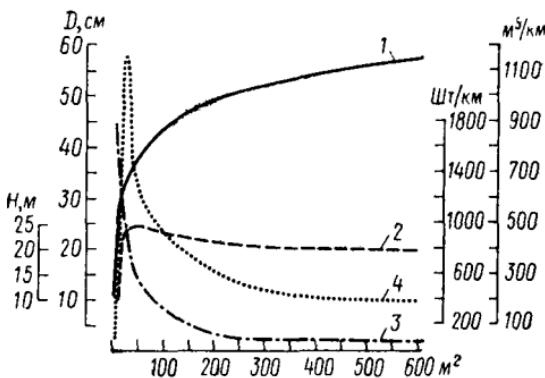


Рис. 16. Продуктивность 20—30-летних линейных насаждений тополя в зависимости от площади питания, приходящейся на одно дерево.

1 — диаметр, см; 2 — высота, м; 3 — количество деревьев на 1 км; 4 — запас древесины,  $\text{м}^3/\text{км}$ .

рост замедляется, а при площади питания более  $180—200 \text{ м}^2$  он становится очень слабым. Так, при увеличении площади питания, приходящейся на одно дерево, от 10 до  $30 \text{ м}^2$  средний диаметр линейного насаждения тополя увеличивается с 14 до 33 см, т. е. в 2,4 раза, дальнейшее увеличение площади питания от 30 до  $60 \text{ м}^2$  увеличивает диаметр насаждения лишь на 5,8 см, или на 18%, от  $60$  до  $200 \text{ м}^2$  — на 10,4 см, или на 27%, а с  $200$  до  $600 \text{ м}^2$  — лишь на 8,4 см, или на 17%.

Средняя высота насаждения увеличивается с увеличением площади питания лишь до  $50 \text{ м}^2$ , после этого все время незначительно уменьшается. Наибольшую высоту имеют насаждения при площади питания  $50 \text{ м}^2$ . Особенно быстро растет высота насаждения с увеличением площади питания лишь до  $20—25 \text{ м}^2$ .

Количество деревьев на 1 км с увеличением площади питания естественно все время уменьшается, причем особенно резко до  $50—60 \text{ м}^2$ , а после  $260—280 \text{ м}^2$  почти не изменяется. Запас стволовой древесины очень резко возрастает с увеличением площади

Таблица 40

Продуктивность 25-летних линейных насаждений тополя  
в зависимости от площади питания одного дерева

Колич. пробных площадей	Площадь питания одного дерева, м <sup>2</sup>	Диаметр, см	Высота, м	Колич. деревьев на 1 га	Стволовая древесина, м <sup>3</sup> /км	
					запас	средний прирост
1	2	3	4	5	6	7
2	10	16,2	11,2	1758	158	6,3
		14,0	10,0	1760	50	2,0
2	20	18,8	11,2	1043	110	4,4
		28,0	22,3	1210	575	23,0
3	30	38,6	26,8	1126	1153	46,1
		33,0	23,8	910	1150	46,0
5	40	33,2	22,7	888	713	24,5
		35,4	24,4	700	765	30,6
9	50	39,0	22,6	413	453	18,1
		37,3	24,6	580	655	26,6
3	60	37,1	22,2	404	557	22,3
		38,8	24,4	515	603	24,1
5	70	40,7	22,7	409	487	19,5
		40,0	24,2	480	563	22,5
7	80	38,2	22,4	400	397	15,9
		41,2	23,7	430	530	21,2
3	90	47,8	25,8	433	756	30,2
		42,3	23,4	400	500	20,0
8	100	42,7	23,6	340	411	16,4
		43,3	23,2	370	477	19,1
9	120	39,7	18,9	321	456	18,2
		45,0	22,6	310	430	17,2
3	140	56,2	21,0	295	586	23,4
		46,5	22,2	260	400	16,0
6	160	47,6	20,7	189	357	14,3
		47,6	21,8	210	370	14,8
6	180	45,4	21,0	193	268	10,7
		48,5	21,4	175	342	13,7
10	200	49,4	20,4	166	372	14,9
		49,2	21,2	145	317	12,7
5	250	49,6	18,2	90	152	6,1
		50,6	20,7	100	275	11,0
	300	—	—	—	—	—
		51,8	20,4	90	240	9,6
	350	—	—	—	—	—
		52,9	20,2	90	223	8,9

1	2	3	4	5	6	7
3	400	53,2 54,1	21,9 20,1	100 90	214 210	8,6 8,4
1	480	60,0 55,8	20,9 19,8	85 84	291 205	11,6 8,2
1	600	57,1 57,6	21,9 19,6	67 67	254 205	10,2 8,2

Причесание. В числителе — средние данные в 25 лет, в знаменателе — графически выравненные.

питания от 10 до 30 м<sup>2</sup>, затем так же резко, в связи с уменьшением количества деревьев уменьшается до 50—60 м<sup>2</sup>. Увеличение площади питания от 60 до 300 м<sup>2</sup> сопровождается умеренным уменьшением запаса древесины. При дальнейшем увеличении площади питания одного дерева уменьшение количества деревьев компенсируется приростом по диаметру, поэтому запас стволовой древесины остается примерно на одном уровне — около 200 м<sup>3</sup>/км.

Аналогичным образом изменяется продуктивность линейных насаждений в зависимости от площади питания одного дерева и в различных условиях местопроизрастания. Разница существует лишь в абсолютных величинах таксационных признаков насаждений. Во всех случаях наибольший запас стволовой древесины к 25-летнему возрасту насаждения имеют при первоначальной площади питания каждого дерева 30—40 м<sup>2</sup>, т. е. самые густые: однорядные с расстоянием между деревьями в ряду 1 м, двухрядные — с расстоянием между деревьями в рядах 2 м и между рядами 4 м и т. д. В среднем в зависимости от количества рядов, густоты деревьев в рядах запас стволовой древесины в 25-летних линейных насаждениях колеблется от 210 в однорядной посадке с расстоянием между деревьями 10 м до 1150 м<sup>3</sup>/км в двухрядной с расстоянием между деревьями в рядах 1,5 м и между рядами 4 м.

По типам условий местопроизрастания, как и массивные, линейные насаждения тополей наибольшую продуктивность имеют в условиях сырых и влажных грунтов (рис. 17), наименьшую — во влажных и сырых субборях (см. табл. 41). Высокопродуктивными линейные насаждения являются и в условиях влажного груда (см. табл. 41, пр. площ. № 56, 170, 152 и др.).

В 25-летнем возрасте, как видно из табл. 39, насаждения тополя майского в этих условиях при площади питания, приходящейся на одно дерево, от 40 до 200 м<sup>2</sup> имеют запас стволовой древесины от 326 до 1000 м<sup>3</sup>/км. Средний диаметр при этом колеблется от 35,2 до 65,5 см, а высота — от 23 до 28,6 м.

Таблица 41

## Продуктивность линейных насаждений тополей в различных типах условий местопроизрастания

Номер пробной площади	Тип условий местопроизрастания	Размещение			Возраст, лет	Средние			Стволовая древесина, м <sup>3</sup> /км	
		колич. рядов	расстояние между деревьями и рядами, м	площадь питания одного дерева, м <sup>2</sup>		диаметр, см	высота, м	Колич. деревьев на 1 км		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Т о п о л ь м а и с к и й										
56	D <sub>3</sub>	1	1	20	12	21,3	14,8	1000	342	28,5
57	C <sub>3</sub>	1	1	20	12	16,1	11,3	1000	183	15,3
47	D <sub>4</sub>	1	5	200	22	54,6	25,4	198	436	19,8
200	D <sub>2-3</sub>	1	5	200	20	47,0	19,4	192	278	13,9
170	D <sub>3</sub>	1	5	200	20	56,5	21,9	152	309	15,4
111	C <sub>3</sub>	1	5	200	20	46,2	21,6	200	298	14,9
152	D <sub>3</sub>	1	10	400	25	65,6	23,0	100	326	13,4
10	C <sub>2</sub>	1	10	400	28	60,1	18,4	100	220	7,9
190	B <sub>3</sub>	1	10	255	30	57,4	20,3	89	169	5,6
42	D <sub>3</sub>	1	2	40	9	21,6	13,6	492	109	12,1
65	C <sub>3</sub>	1	2	40	9	14,7	9,7	500	38	4,4
94	C <sub>2</sub>	2	2	40	10	19,2	11,6	500	78	7,8
5	BC <sub>3</sub>	1	4	65	11	21,5	10,7	250	45	4,1
89	C <sub>2</sub>	1	4	48	12	29,5	18,0	250	134	11,2
29	D <sub>3</sub>	1	4	120	20	38,8	18,8	248	233	11,6
101	C <sub>3</sub>	1	4	80	18	28,8	14,8	250	103	6,3
185	D <sub>3</sub>	1	5	100	14	33,6	15,6	198	136	9,7
15	C <sub>3</sub>	1	5	70	15	34,6	17,3	200	138	9,2
127	C <sub>2</sub>	1	5	80	14	35,0	14,6	200	133	9,5
149	B <sub>2</sub>	1	5	100	15	24,0	12,7	195	50	3,3
83	D <sub>3</sub>	1	5	60	10	27,0	12,6	200	68	6,8
143	D <sub>3</sub>	1	5	70	12	30,2	14,6	200	85	7,1
7	C <sub>4</sub>	1	5	100	10	31,2	11,0	200	74	7,4
11	C <sub>3</sub>	1	5	75	12	30,3	14,8	200	94	7,8
128	C <sub>3</sub>	1	5	65	13	26,0	13,0	200	68	5,2
148	B <sub>3</sub>	1	5	100	13	31,0	15,6	177	89	6,0
63	C <sub>3</sub>	1	6	78	6	19,4	8,5	167	20	3,3
99	C <sub>2</sub>	1	6	84	7	16,3	8,0	167	14	2,0
66	B <sub>3</sub>	1	6	72	6	9,1	5,6	167	4	0,7
100	C <sub>3</sub>	1	6	120	13	29,5	12,5	165	66	5,1
174	C <sub>3</sub>	1	6	120	15	28,4	14,2	156	58	3,9
22	C <sub>4</sub>	1	6	84	13	32,6	13,5	166	84	6,5
216	D <sub>2</sub>	1	6	180	15	9,5	10,5	160	—	—
175	CB <sub>3</sub>	1	6	120	13	19,8	10,6	163	23	1,8
188	B <sub>2</sub>	1	6	93	11	27,8	13,4	130	56	5,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60 16	D <sub>4</sub> C <sub>3</sub>	2 2	4×4 4×4	48 48	16 14	45,9 25,5	25,5 16,0	500 500	815 176	50,9 12,4
Канадский тополь										
198 194	C <sub>4</sub> C <sub>3</sub>	1 1	8 8	200 160	35 35	70,0 69,7	30,4 25,6	121 111	484 366	13,8 10,5

В зависимости от количества рядов и густоты размещения деревьев в ряду линейные насаждения тополя и во влажных сугрудках в 25-летнем возрасте имеют большие запасы стволовой древесины: от 261 м<sup>3</sup>/км при площади питания 400 м<sup>2</sup> до 1158 м<sup>3</sup>/км при площади питания 27 м<sup>2</sup>. Сравнительно большие запасы древесины в линейных тополевых насаждениях объясняются очень большой площадью, занятой корневыми системами тополей. Один погонный километр однорядного 25-летнего линейного насаждения при условии распространения его корневых систем на 20 м в каждую сторону использует 4 га площади. Поэтому для пересчета общей продуктивности линейных насаждений тополя с погонных километров на гектары необходимо полученные результаты для насаждений старше 20 лет делить на четыре, а моложе 20 лет — на два.

Наименьшую продуктивность линейные насаждения тополей имеют в условиях свежих и влажных суборей. Так, 6-летнее однорядное насаждение с расстоянием между деревьями 6 м в условиях С<sub>3</sub> имело средний диаметр 19,4 см, среднюю высоту 8,5 м и запас древесины 20 м<sup>3</sup>/км, тогда как аналогичное насаждение в условиях В<sub>2</sub> имело диаметр 9,1 см, высоту 5,6 м и запас древесины лишь 4 м<sup>3</sup>/км, или соответственно 47, 66 и 20%. 25-летнее однорядное насаждение с расстоянием между деревьями 10 м (площадь питания 400 м<sup>2</sup>) в условиях D<sub>3</sub> имело средний диаметр 65,5 см, высоту 23 м и запас древесины 326 м<sup>3</sup>/км, а 30-летнее аналогичное насаждение в условиях В<sub>3</sub> имело диаметр 57,4 см, высоту 20,3 м и запас древесины 169 м<sup>3</sup>/км, или соответственно 88 и 32%. С учетом поправки на разницу в возрасте эти показатели будут еще меньшими. Идентичное 28-летнее насаждение тополя в условиях С<sub>2</sub> также имело значительно меньшую продуктивность, чем насаждение в условиях D<sub>3</sub>. Его диаметр был равен 60,1 см, высота 18,4 м, а запас древесины 220 м<sup>3</sup>/км, что составляет соответственно 92, 80 и 67% от показателей насаждения в D<sub>3</sub> (см. пр. площ. 152, 10 и 190 в табл. 41).

Несмотря на наличие существенной разницы в продуктивности линейных насаждений по типам условий местопроизрастания, она все же меньше аналогичной разницы в продуктивности массивных насаждений. Объяснение этого мы снова видим в



Рис. 17. Однорядная посадка канадского тополя вдоль шоссе Луцк — Брест. Возраст — 30 лет, средний диаметр — 57 см, средняя высота — 24 м, запас древесины — 304 м<sup>3</sup>/км.

основной особенности линейных насаждений — большой площади питания, приходящейся на одно дерево.

Для однорядного насаждения с расстоянием между деревьями 3 м в условиях влажного сугрудка по 6 пробным площадям (3, 19, 35, 52, 55 и 69) от 8 до 28 лет (8, 9, 10, 13, 25 и 28 лет) путем графического выравнивания нам удалось составить таблицы хода роста (табл. 42). Сравнение табличных с фактическими данными показало хорошее их совпадение — средние проценты отклонений равны: по диаметру +5,1; -7,2%, по высоте +7,8; -9,3% и по запасу стволовой древесины + 11; -13%.

Таблица 42

Ход роста однорядного линейного насаждения майского тополя в условиях влажного сугрудка. Расстояние между деревьями в ряду 3 м

Возраст, лет	Средний диаметр, см	Прирост по диаметру, см	Средняя высота, м	Прирост по высоте, м	Колич. деревьев на 1 км	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /км	Стволовая древесина, м <sup>3</sup> /км	
							запас	прирост
5	9,6	1,92	6,2	1,24	333	2,4	10	2,0
		1,92		1,24				2,0
10	18,5	1,85	11,4	1,14	324	8,7	50	5,0
		1,78		1,04				8,0
15	26,7	1,78	14,9	0,99	318	17,8	137	9,1
		1,64		0,70				17,4
20	34,6	1,73	17,2	0,86	315	29,6	250	12,5
		1,58		0,46				22,6
25	42,0	1,68	19,0	0,76	312	43,2	370	14,8
		1,48		0,36				24,0
30	48,6	1,63	20,3	0,68	310	57,5	500	16,7
		1,32		0,26				26,0

П р и м е ч а н и е: В числителе — средний прирост, в знаменателе — текущий.

Анализ кривых хода роста линейного и массивного насаждений в условиях влажного сугрудка позволяет сделать следующие выводы. По среднему диаметру линейное насаждение значительно превосходит массивное: в 5 лет — в 3,8; в 10 лет — в 2,3; в 15—20 лет — в 1,8; в 25 лет — в 2,0 и в 30 лет — в 2,2 раза. После 15-летнего возраста линейное насаждение в условиях С<sub>3</sub> по диаметру превосходит самые высокопродуктивные массивные насаждения в условиях D<sub>4</sub> в 30 лет (см. табл. 38) на 23%. Объясняется это, конечно, большой площадью питания, приходящейся на одно дерево в линейном насаждении. По высоте линейное насаждение превосходит массивное лишь до 15 лет. Так, в 5-летнем возрасте высота линейного насаждения больше высоты массивного на 68%, в 10 лет — на 23% и в 15 лет — лишь на 7%. В 20 лет их высоты сравниваются и до

30 лет одинаковы. По запасу стволовой древесины линейное насаждение, несмотря на значительные превышения по диаметру и высоте, до 20-летнего возраста существенно отстает от массивного. Так, запас стволовой древесины линейного насаждения в процентах от массивного составляет: в 5—10 лет — 47, в 15 лет — 73%. Это связано с различным количеством деревьев. Однако уже после 20 лет и по запасу древесины линейное насаждение превосходит массивное — в 25 лет на 26%, а в 30 лет на 46%.

Некоторые колхозы и совхозы Черниговской области создали целые системы защитных линейных насаждений тополя майского не только для защиты садов и полей, но и для получения деловой древесины. Плодово-ягодный совхоз им. Чапаева Менского района все свои поля, сады, дороги и водоемы опоясал линейными посадками тополей. На 1100 га полевых земель создано 24,5 га, или около 100 км, линейных посадок. Однорядное 22-летнее насаждение тополя майского в условиях D<sub>3</sub> с расстоянием между деревьями 5 м имело средний диаметр 51,8 см, среднюю высоту 25,2 м, запас стволовой древесины 428 м<sup>3</sup>/км. Хорошее состояние и большие запасы стволовой древесины имеют и другие посадки, что обусловлено богатыми лесорастительными условиями и постоянным удобрением пахотных земель. Линейные насаждения не только выполняют почвозащитные, декоративные функции, но и служат источником полного удовлетворения потребностей совхоза в древесине.

Колхоз «Маяк» в том же районе создал и вырастил систему линейных насаждений тополей вокруг плодовых садов в условиях влажного груда. 26-летнее однорядное насаждение тополя майского с расстоянием между рядами 2 м имело средний диаметр 44,5 см, среднюю высоту 25,1 м, запас стволовой древесины 785 м<sup>3</sup>/км. Двухрядное насаждение с размещением деревьев 5×2 м в 26 лет имело запас стволовой древесины 1180 м<sup>3</sup>/км.

Система линейных насаждений тополя создана также на полях Черниговской сельскохозяйственной опытной станции.

Исключительно высокопродуктивен в линейных посадках один из исходных видов группы евроамериканских гибридов тополей — тополь канадский миссурийский. В условиях D<sub>3</sub> 22-летние посадки этого тополя накапливают от 434 (площадь питания 200 м<sup>2</sup>) до 1039 м<sup>3</sup>/км (площадь питания 43 м<sup>2</sup>) древесины. По сравнению с другими тополями миссурийский тополь при одинаковых средних диаметрах имеет значительно большие высоты — 26,0—31,5 м, что свидетельствует о большей полнодревесности, а следовательно, и ценности его стволов. Большие запасы стволовой древесины имеют 25-летние линейные посадки тополя миссурийского и в условиях C<sub>3</sub> — от 345 (площадь питания 240 м<sup>2</sup>) до 888 м<sup>3</sup>/км (площадь питания 86 м<sup>2</sup>).

Перспективным для выращивания в линейных посадках Ук-

раинской ССР является и близкий к миссурийскому широко известный в Европе евроамериканский гибридный тополь мощный. Группы и отдельные деревья этого тополя встречены нами в Киеве, Ровно, Луцке, Львове, Новоград-Волынске, в поселках Каменный Брод и Довбыш Новоград-Волынского района и в других местах. В Коляжинском лесничестве Нежинского лесхоззага Черниговской области в условиях  $D_3$  имеются две однорядные линейные посадки этого тополя. В первой к 1962 г. сохранилось 13 деревьев тополя мощного, 11 — китайского и 2 — белого. Возраст посадки — 65 лет. Расстояние между деревьями 3 м. Средний диаметр тополя мощного равен 88 см, китайского — 45 см, белого — 69 см, средняя высота соответственно равна 35, 31 и 30 м (см. рис. 18). Общий запас древесины в переводе на один погонный километр равен 968 м<sup>3</sup>. Рядом произрастающие отдельные деревья других пород в таком же возрасте имеют следующие диаметры и высоты: ольха черная — 48 см и 26 м, ель — 37 см и 25 м, береза бородавчатая — 28 см и 27 м, сосна обыкновенная — 24 см и 26 м. Во второй, 40-летней посадке, сохранилось к 1962 г. 28 деревьев мощного и 19 деревьев китайского тополя. Средний диаметр первого равен 59 см, второго — 36 см, средние высоты соответственно равны 29 и 24 м. Общий запас стволовой древесины — 512 м<sup>3</sup>/км.

Хороший рост и продуктивность имеют линейные посадки и нашего отечественного тополя — осокоря — вдоль осушителей на торфянистой почве с регулируемым уровнем воды в пойме р. Ирпень Киевской области. Вынутый из каналов минеральный грунт в виде слегка возвышающейся насыпи-кавальеры прикрывает торф. Осокорь высажен по кавальерам с обеих сторон осушителей через 2 м в ряду. В возрасте 14 лет он имел средний диаметр 31,6 см, среднюю высоту 17,8 м. 500 деревьев на 1 км дают запас стволовой древесины 264 м<sup>3</sup>/км.

Неотъемлемой чертой придорожного ландшафта Украины являются одиночные деревья и линейные насаждения черного пирамидального или украинского тополя. Существует мнение, что этот тополь мало пригоден для выращивания древесины из-за большой ветвистости стволов. Однако имеются клоны пирамидального тополя с полнодревесными стволами. На усадьбе Бориспольского лесхоззага в рядовой 23-летней посадке все стволы тополя черного пирамидального полнодревесные. Средний диаметр тополей 52,3 см, средняя высота 25,6 м. Объем стволов колеблется от 1,8 до 2,5 м<sup>3</sup>. Общий запас стволовой древесины равен 949 м<sup>3</sup>/км. На усадьбе Залесского охотничьего хозяйства Киевской области в 20-летней однорядной посадке тополь черный пирамидальный имеет средний диаметр 46,8 см, среднюю высоту 24,9 м, запас стволовой древесины 663 м<sup>3</sup>/км. Условия местопроизрастания соответствуют свежему сугрудку. Эти примеры свидетельствуют о возможности отбора и использования черного пирамидального тополя для выращивания древесины.



Рис. 18. Однорядная аллейная посадка тополей мощного, китайского и белого.

Условия  $D_{3-4}$ , возраст — 60 лет, запас древесины — 963  $m^3$  км, средний диаметр тополя мощного — 88 см, китайского — 45 см, белого — 69 см, средняя высота — 35, 31 и 30 м соответственно. Нежинский лесхоззаг.

Из секции бальзамических тополей в линейных посадках полесья УССР наибольшую продуктивность имеет берлинский тополь. На территории бывшей областной сельскохозяйственной выставки в Житомире в условиях  $D_3$  13-летняя 2-рядная посадка (площадь питания одного дерева — 34 м<sup>2</sup>) имеет запас стволовой древесины 458 м<sup>3</sup>/км. Защитная однорядная 22-летняя посадка вдоль плодового сада Житомирского сельскохозяйственного техникума в аналогичных условиях при площади питания одного дерева 160 м<sup>2</sup> имеет запас стволовой древесины 463 м<sup>3</sup>/км. Китайский тополь, как правило, в линейных посадках



Рис. 19. Однорядная посадка тополя китайского вокруг плодового сада. Условия  $C_3$ , возраст — 16 лет, средний диаметр — 28 см, средняя высота — 18 м, запас древесины — 466 м<sup>3</sup>/км. Кролевецкий район Сумской области.

растет плохо. Запас стволовой древесины в них не превышает обычно 100—150 м<sup>3</sup>/км. К тому же с возрастом он теряет декоративные свойства кроны (рис. 19 и 20). Совершенно необходимо исключить из линейных посадок тополь крупнолистный, древесина которого сильно подвержена различного рода заболеваниям, и лавролистный, медленно растущий и быстро стареющий.

Резко улучшается качество древесины и общий вид посадок при осуществлении ухода за стволами деревьев путем систематической обрезки сучьев. Обрезку нижних сучьев желательно проводить в 5-летнем возрасте до  $1/3$ , в 10-летнем до  $1/2$  и в 15-летнем до  $2/3$  общей высоты деревьев.

Количество выращиваемой в линейных посадках древесины зависит от четырех факторов: условий местопроизрастания, вида тополя, площади питания одного дерева и возраста. В условиях



Рис. 20. Двухрядная аллейная посадка тополя китайского вокруг плодового сада.

Возраст — 25 лет, средний диаметр — 29 см, средняя высота — 20 м, запас древесины — 276 м<sup>3</sup>/км. Роменский район Сумской области.

УССР оптимальными для этих факторов являются следующие показатели. Наивысшую продуктивность все виды тополей имеют в условиях сырых и влажных грунтов, наименьшую — в суборях. Наиболее пригодными для выращивания в линейных посадках являются тополи канадский миссурский, мощный, берлинский, поздний, осокорь (на осушенных торфяниках), майский (вдали от населенных пунктов), черный пирамидальный, а на юге и тополь Болле. В условиях влажных и сырых грунтов 25-летние линейные посадки этих тополей могут иметь запасы стволовой древесины от 500 м<sup>3</sup>/км при площади питания 200 м<sup>2</sup> (1 ряд с расстоянием между деревьями в ряду 5 м) до 1150 м<sup>3</sup>/км при площади питания 45 м<sup>2</sup> (2 ряда, расстояние между деревьями в ряду 2 м). В условиях влажных сугрудков запасы стволовой древесины соответственно равны 370 и 650 м<sup>3</sup>/км. При прочих равных условиях наибольшие запасы древесины линейные посадки имеют в возрасте 12 лет при площади питания 20—25 м<sup>2</sup> и в возрасте 25 лет — 40—45 м<sup>2</sup>. При одной и той же площади питания лучшими являются 2-рядные посадки с шахматным размещением деревьев. Эти площади соответствуют следующим расстояниям между деревьями: в 1-рядных посадках 12 лет — 1—1,25 м, 25 лет — 2 м, в 2-рядных 12 и 25 лет — расстояние между рядами 1—3 м, между деревьями в ряду 2 м.

### Сравнительная характеристика роста тополей на сортоиспытательных участках

В 1960—1963 гг. с целью испытания различных видов и гибридов тополей в различных зонах УССР было создано 17 сортоиспытательных участков. В полесье находится 6 участков — в Ратновском, Житомирском, Овручском, Остерском, Новгород-Северском и Боярском лесхоззагах. Все они заложены на свежераскорчеванных лесосеках, по сплошной обработке почвы, посадкой сеянцев и черенков тополей с размещением 2×2 и 3×3 м. Условия местопроизрастания соответствуют влажному сугрудку. Всего испытывается 55 различных видов и гибридов тополей, в том числе: в Ратновском — 20, Житомирском — 29, Овручском — 21, Остерском — 29, Новгород-Северском — 11 и Боярском — 39. Больше всего испытывается тополей из секции черных — 30, в том числе гибридов осокоря с другими тополями — 11, евроамериканских тополей и их гибридов с другими тополями — 11. Из секции бальзамических тополей с гибридами испытывается 29 видов тополей, а из секции белых с гибридами лишь 6.

В табл. 43 приведены данные, характеризующие рост 34 различных видов и гибридов тополей в 10-летнем возрасте на Житомирском, Овручском и Новгород-Северском сортоиспытательных участках. При этом учтено не менее 50—100 сохранившихся

Таблица 43

## Характеристика роста 10-летних тополей на сортоиспытательных участках в полесье УССР

Вид тополя	Сохран- ность, %	Средний диаметр		Средняя высота		Объем ствола	
		см	%	м	%	м <sup>3</sup>	%

## Тополи черные

Осокорь (контроль) . . . . .	81	9,6	100	9,7	100	0,0354	100
Канадский × душистый № 10 .	70	14,0	146	11,7	134	0,0913	258
Майский . . . . .	86	12,8	133	10,2	117	0,0646	182
Канадский × бальзамический .	88	11,1	116	10,8	124	0,0565	159
Краснонервный . . . . .	43	11,8	124	9,2	106	0,0518	146
Пионер . . . . .	61	10,0	104	10,3	118	0,0436	123
Невский . . . . .	78	9,4	98	9,4	108	0,0358	101
Осокорь × душистый . . . . .	43	9,0	94	8,7	100	0,0309	87
Пирамидальный × китайский .	12	8,6	90	8,0	92	0,0273	77
Пирамидальный × осокорь . .	13	8,3	86	9,0	103	0,0271	77
Русский . . . . .	49	7,8	81	8,2	94	0,0224	63
Ленинградский . . . . .	71	7,5	78	8,2	94	0,0207	58
Мичуринец . . . . .	14	6,8	71	8,1	93	0,0174	49
Канадский × душистый (выше- пенец)	52	5,7	59	6,1	70	0,0099	28
То же № 13/117 . . . . .	4	3,3	34	3,8	44	0,0033	9

## Тополи бальзамические

Китайский (контроль) . . . . .	84	8,7	100	9,5	100	0,0308	100
Ивантеевский . . . . .	81	11,2	129	10,7	113	0,0560	182
Корейский . . . . .	48	11,8	136	9,6	101	0,0550	179
Подмосковный . . . . .	77	10,6	122	9,6	101	0,0469	152
Петровский . . . . .	51	9,6	110	9,7	102	0,0385	125
Душистый . . . . .	92	9,2	106	9,9	94	0,0326	106
Бальзамический × лавролист- ный . . . . .	48	7,7	89	10,1	106	0,0260	84
Волосистоплодный . . . . .	72	7,6	87	8,2	86	0,0214	69
Бальзамический × берлинский	66	7,5	86	8,4	88	0,0212	69
Бальзамический . . . . .	74	7,0	80	7,4	78	0,0167	54
Крупнолистный . . . . .	60	7,0	80	6,8	72	0,0154	50
Душистый × лавролистный . .	33	6,2	71	7,2	78	0,0136	44
Китайский × пирамидальный .	54	6,6	76	6,5	68	0,0135	44

## Тополи белые

Белый (контроль) . . . . .	72	10,2	100	10,1	100	0,0449	100
Осина × бальзамический . . .	59	10,2	100	11,5	114	0,0485	108
Осина × бальзамический × бер- линский . . . . .	72	9,8	96	11,1	110	0,0436	97
Бальзамический × серый . . .	73	9,6	94	11,5	114	0,0432	96
Осина × китайский . . . . .	42	9,9	97	9,6	95	0,0406	90
Осина × канадский . . . . .	51	7,3	72	8,1	80	0,0194	43

деревьев по каждому виду и гибриду тополей. Оценка роста тополя дается по достигнутым средним диаметру, высоте и объему ствола в процентах от контроля.

Важными дополнительными показателями успешного роста тополей являются сохранность в процентах от первоначально высаженного количества и устойчивость против вредителей и болезней.

В секции черных тополей наилучшим ростом отличается вегетативный гибрид П. Л. Богданова — канадский душистый № 10. Его показатели роста являются рекордными для всех сортов участков в полесье УССР. В 10-летнем возрасте показатели его роста превышают показатели контроля соответственно в 1,5; 1,3 и 2,6 раза. Существенно превзошли контроль еще 4 тополя в этой группе — майский, гибрид М. М. Вересина канадский  $\times$  бальзамический, краснонервный и гибрид А. С. Яблокова Пионер. Объем их средних модельных деревьев в процентах от контроля равен соответственно 182, 159, 146 и 123%. При этом краснонервный тополь, несмотря на хорошие показатели роста, не может быть рекомендован для широкого распространения. Его листья сильно повреждаются ржавчинными грибами (балл устойчивости по А. В. Лесовскому (1964) менее 3). Сохранность деревьев этого тополя также низкая, в среднем на трех участках равна лишь 43% против 81% у контроля. Гибрид П. Л. Богданова Невский по всем показателям существенно не превышает контроль. 8 других гибридов этой секции пока растут хуже осокоря. При этом особенно плохо растут в полесье УССР канадско-душистый гибрид П. Л. Богданова (выщепенец) и № 13/117. Неудовлетворительную сохранность (в пределах 4—14%) имеют упомянутый выше гибрид № 13/117, пирамидальный  $\times$  китайский, пирамидальный  $\times$  осокорь и Мичуринец.

Из группы бальзамических тополей очень хорошие показатели роста имеют гибрид А. С. Яблокова Ивантеевский и корейский тополь. Они превзошли контроль (китайский тополь) по объему ствола в 1,8 раза. При этом корейский тополь оказался пока совершенно устойчивым против вредителей и болезней и имеет высший балл устойчивости (5). Процент сохранности у него низкий — 48 против 84% у контроля. Еще один гибрид селекции А. С. Яблокова — Подмосковный — имеет хорошие показатели роста (по объему ствола он в 1,5 раза превысил контроль). На 25% превзошел контроль по объему ствола и гибридный тополь Петровский. Душистый тополь существенно не превосходит контроль. Остальные 7 тополей из этой группы существенно отстают от контроля. При этом крупнолистный и бальзамический тополи к тому же наименее устойчивы против вредителей и болезней (балл устойчивости менее 3).

Из группы белых тополей и осин по всем показателям ни один из них пока существенно не превзошел контроль.

Все тополи, кроме упомянутых выше краснонервного, бальза-

мического и крупнолистного, сравнительно устойчивы к вредителям и болезням (балл устойчивости у них колеблется от 4 до 5).

10-летний срок испытания 34 различных видов и гибридов тополей позволяет считать наиболее перспективными в условиях плакорного влажного сугрудка на среднедерново-среднеподзолистых легкосуглинистых почвах полесья УССР, кроме местных осокоря и белого, еще 9 тополей, а именно: вегетативный гибрид канадско-душистый № 10 селекции П. Л. Богданова, европейский майский тополь, гибрид М. М. Вересина канадский  $\times$  бальзамический, гибриды А. С. Яблокова Пионер, Ивантеевский и Подмосковный и тополи корейский и Петровский.

### Продуктивность тополевых культур различной густоты

Важнейшим элементом агротехники создания и выращивания тополевых культур является их густота, определяемая количеством посадочных мест на единице площади или площадью питания, приходящейся на одно дерево. В конечном итоге густота культур в значительной мере определяет общий запас древесины, количество и качество сортиментов. Абсолютное большинство культур на Украине имеет размещение посадочных мест  $2 \times 1$  и  $2 \times 2$  м. Лишь в последние годы создаются культуры с размещением  $2,5 \times 2,5$  и  $3 \times 3$  м.

В различных странах в зависимости от почв, климата, вида тополя и целей выращивания принята и различная густота культур. Согласно материалам Международной тополевой комиссии (Филимонова, 1962; Poplar in forestry..., 1958) насаждения с расстоянием между деревьями от 0,5 до 4,0 м (625—10 000 на 1 га) считаются очень густыми, с расстоянием 5—7 м (200—400 на 1 га) — средней густоты, более 7 м (менее 200 на 1 га) — редкими.

В Италии, Франции, ФРГ, Югославии обычно выращивают редкие тополевые культуры с размещением от  $5 \times 5$  до  $8 \times 8$  м, т. е. с количеством деревьев от 158 до 400 на 1 га. Оптимальной считается густота 250 на 1 га. Как правило, междуядия таких культур используются под сельскохозяйственные культуры. По данным Института тополя в Казале Монферато (Ковалин, 1956) в Северной Италии к 25 годам запас древесины в насаждении с 250 деревьями на гектаре был равен  $876 \text{ м}^3$ , а с 400 —  $650 \text{ м}^3$ . Сравнительно редкими тополевые культуры создаются и в странах Центральной и Восточной Европы — в Венгрии, Чехословакии, Болгарии, Польше, Румынии. Обычными здесь являются размещения деревьев от  $3 \times 3$  до  $7 \times 7$  м (Озолин, Ростовцев, 1963).

В пойме Дуная (Болгария) в 25-летнем возрасте наибольший запас древесины имеют культуры с размещением  $3 \times 3$  —

558 м<sup>3</sup>/га против 422 при размещении 2×2, 390 — при 4×4, 386 — при 5×5 и 271 м<sup>3</sup>/га — при 1×2. В Венгрии в 9-летнем возрасте наибольший запас древесины имели культуры с размещением 2×2 — 333 м<sup>3</sup>/га, а общая стоимость выращенной древесины была наибольшей в культурах с размещением деревьев 4×4 м (Керестеши, Ковалин, 1960).

Очень густыми тополевые культуры с поливом выращиваются в Сирии, Иране — до 16—20 тыс. деревьев на одном гектаре с оборотом рубки в 10—12 лет (Филимонова, 1962). В соответствии с агротехническими правилами в Узбекской ССР тополевые рощи с поливом также выращиваются очень густыми — 10 тыс. деревьев на гектаре.

Совещание рабочей группы по лесному хозяйству Постоянной комиссии по сельскому хозяйству Совета Экономической Взаимопомощи (2—10 июня 1960 г., Будапешт) рекомендовало создавать тополевые культуры с размещением 2×2 и даже 1×1 м в районах с оптимальными климатическими условиями для выращивания тополя, где нет угрозы развития грибных заболеваний и где обеспечен сбыт мелких сортиментов, и 4×4 м — в районах с худшими климатическими условиями.

Нами определена оптимальная густота выращивания тополовых культур на основе анализа продуктивности обычных многоядных массивных и линейных насаждений тополя различной густоты. В массивных культурах диапазон густоты невелик. Площадь питания, приходящаяся на одно дерево, в них колеблется от 1 до 25—30 м<sup>2</sup>. В линейных насаждениях площади питания, приходящиеся на одно дерево, значительно большие и колеблются от 40 до 400 м<sup>2</sup>. Для определения оптимальной густоты культур в условиях влажного груда нами использованы данные 17 пробных площадей в массивных и 22 — в линейных насаждениях черных тополей различной густоты, а в условиях влажного сугрудка — соответственно 18 и 22 пробные площади.

Средние диаметры, высоты и запасы стволовой древесины 18—32-летних насаждений в целях сравнения приведены к одному возрасту — 25 годам — и в зависимости от площади питания, приходящейся на одно дерево в год создания культур, выравнены графически. По выравненным кривым определены значения упомянутых выше таксационных показателей, соответствующие определенным площадям питания одного дерева. Кроме этого, выравнены показатели сохранности количества стволов в возрасте 25 лет в процентах от первоначального количества посадочных мест и количества дровяных стволов по данным перечетных ведомостей (см. табл. 44).

В массивных насаждениях проводились прочистки, прореживания и проходные рубки обычной для других пород средней интенсивности.

Установлено, что в условиях влажных грудов (D<sub>3</sub>) УССР к 25-летнему возрасту наибольший запас стволовой древесины, в

Таблица 44

## Продуктивность 25-летних насаждений тополя различной густоты

Колич. посадочн. мест при создании культуры на 1 га	Размещение посадочных мест, м	Колич. деревьев в возрасте 25 лет на 1 га	Средний диаметр, м	Средняя высота, м	Запас стволовой древесины	В том числе				Общая таксовая стоимость древесины, руб.	
						м³/га	%	крупная	средняя		
10 000	1×1	1100	19,4	22,8	386	78	186	36	14	116	581
5000	2×1	825	24,8	23,7	398	85	242	.29	3	90	643
3333	1×3	700	26,2	24,4	410	88	262	20	3	80	661
2500	2×2	600	27,5	24,8	420	90	261	36	7	67	680
1111	3×3	450	31,0	26,2	448	96	310	28	8	49	755
625	4×4	350	33,8	27,3	467	100	342	27	4	27	794
400	5×5	272	36,2	27,6	450	96	341	22	4	17	775
267	6×6	208	38,7	27,7	282	60	218	11	3	9	489
205	7×7	168	41,3	27,9	224	48	175	9	2	4	389
156	8×8	136	44,0	28,0	197	42	156	4	2	6	343
121	9×9	109	46,5	28,1	182	39	142	5	2	4	313
100	10×10	95	48,7	28,2	169	36	133	5	2	3	294
83	11×11	81	51,3	28,4	156	34	125	3	2	3	273
69	12×12	69	53,9	28,5	142	31	115	3	2	1	250
59	13×13	59	56,8	28,7	127	27	103	2	1	1	222
51	14×14	51	60,0	28,9	108	23	90	—	1	2	192
44	15×15	44	63,5	29,1	90	19	76	—	1	1	162

Условия влажного груда (D<sub>3</sub>)

10 000	1×1	2000	18,0	18,5	180	49	58	36	15	50	250
5000	1×2	1400	22,0	19,5	340	93	147	54	14	76	490
3333	1×3	1083	25,4	20,2	364	100	200	42	6	71	564
2500	2×2	925	26,6	20,7	355	98	202	42	6	59	558
1111	3×3	617	30,3	21,9	268	74	183	14	7	32	447
625	4×4	419	34,0	22,9	232	64	178	7	7	16	413
400	5×5	292	34,0	23,8	205	56	165	4	6	10	371
267	6×6	208	40,0	24,5	184	51	157	2	4	6	344
205	7×7	166	42,2	24,9	167	46	144	—	3	3	310
156	8×8	136	45,0	25,4	151	42	130	—	3	3	280
121	9×9	109	46,5	25,7	137	38	122	—	3	1	262
100	10×10	95	48,7	26,1	123	34	109	—	2	1	233
83	11×11	81	50,3	26,4	111	30	89	3	1	2	195
69	12×12	69	51,7	26,9	99	27	79	2	1	2	173
59	13×13	59	53,3	27,2	87	24	70	2	1	1	153
51	14×14	51	54,6	27,6	78	21	63	2	1	1	138
44	15×15	44	55,7	27,9	72	20	59	1	1	1	128

Условия влажного сугрудка (C<sub>3</sub>)

10 000	1×1	2000	18,0	18,5	180	49	58	36	15	50	250
5000	1×2	1400	22,0	19,5	340	93	147	54	14	76	490
3333	1×3	1083	25,4	20,2	364	100	200	42	6	71	564
2500	2×2	925	26,6	20,7	355	98	202	42	6	59	558
1111	3×3	617	30,3	21,9	268	74	183	14	7	32	447
625	4×4	419	34,0	22,9	232	64	178	7	7	16	413
400	5×5	292	34,0	23,8	205	56	165	4	6	10	371
267	6×6	208	40,0	24,5	184	51	157	2	4	6	344
205	7×7	166	42,2	24,9	167	46	144	—	3	3	310
156	8×8	136	45,0	25,4	151	42	130	—	3	3	280
121	9×9	109	46,5	25,7	137	38	122	—	3	1	262
100	10×10	95	48,7	26,1	123	34	109	—	2	1	233
83	11×11	81	50,3	26,4	111	30	89	3	1	2	195
69	12×12	69	51,7	26,9	99	27	79	2	1	2	173
59	13×13	59	53,3	27,2	87	24	70	2	1	1	153
51	14×14	51	54,6	27,6	78	21	63	2	1	1	138
44	15×15	44	55,7	27,9	72	20	59	1	1	1	128

том числе деловой и крупной деловой, и наибольшую общую таксовую стоимость ее насаждения тополи имеют при первоначальной густоте 625 деревьев на одном гектаре, что соответствует размещению  $4 \times 4$  м и площади питания одного дерева  $16 \text{ м}^2$ . Почти такую же продуктивность имеют и культуры с размещением  $3 \times 3$  и  $5 \times 5$  м, запас стволовой древесины в них составляет 96% запаса в культурах с размещением  $4 \times 4$  м. С увеличением густоты от 625 до 10 000 на 1 га общий запас древесины снижается до 78%, а крупной деловой — до 54%. Более резко снижаются запасы стволовой и крупной древесины с уменьшением густоты насаждений. Так, при 205 деревьях на гектаре они равны соответственно 48 и 51%, при 100 — 36 и 40%, а при 51 — лишь 23 и 26%. Примерно так же изменяется и общая таксовая стоимость древесины.

При этом средний диаметр с увеличением площади питания одного дерева все время увеличивается (вплоть до площади  $225 \text{ м}^2$ ), особенно быстро он возрастает до площади питания  $36 \text{ м}^2$ . При этой площади питания он равен 61% от диаметра при площади питания  $225 \text{ м}^2$ . Средняя высота насаждения особенно быстро возрастает лишь при увеличении площади питания до  $25 \text{ м}^2$  — при этом она равна 95% высоты насаждения при площади питания  $225 \text{ м}^2$ . Дальнейшее девятикратное увеличение площади питания увеличивает высоту лишь на 5%.

Полнодревесность стволов наибольшая при оптимальной густоте, т. е. при размещении  $4 \times 4$  и  $5 \times 5$  м: видовое число при этом равно 0,545 и 0,583 против 0,422 — при размещении  $2 \times 1$  и 0,222 — при размещении  $15 \times 15$  м.

В более бедных лесорастительных условиях по сравнению с  $D_3$  во влажном сугрудке ( $C_3$ ) наибольший запас стволовой древесины в возрасте 25 лет имеет насаждение с густотой 3333 дерева на 1 га, что соответствует размещению  $1 \times 3$  м и площади питания одного дерева  $3 \text{ м}^2$ . Почти такую же продуктивность имеет и насаждение с густотой 2500 деревьев на 1 га ( $2 \times 2$  м, площадь питания одного дерева  $4 \text{ м}^2$ ). С увеличением густоты насаждения до 10 000 на 1 га общий запас древесины снижается до 49%, а крупной деловой — до 29% от аналогичных показателей насаждения с густотой 3333 на 1 га. Постепенно снижаются запасы стволовой и крупной деловой древесины и с уменьшением густоты насаждений.

Средний диаметр насаждения здесь также возрастает все время с увеличением площади питания вплоть до  $225 \text{ м}^2$ . Однако особенно быстро он растет с увеличением площади питания до  $36 \text{ м}^2$ , при этом он равен 72% диаметра культур с площадью питания  $225 \text{ м}^2$ . Средняя высота насаждения быстро увеличивается лишь до площади питания  $25-36 \text{ м}^2$ . При этом она составляет 85—88% высоты при площади питания  $225 \text{ м}^2$ . С 9-кратным увеличением площади питания высота увеличивается лишь на 15%. Так же, как и в условиях влажного груда, полно-

древесность стволов здесь наибольшая при оптимальной густоте (2500—3330 посадочных мест на гектаре).

Различная оптимальная густота насаждений, обеспечивающая выращивание наибольших запасов древесины в условиях влажных грунтов и сугрудков, показывает необходимость дифференцированного подхода к ее определению в различных лесорастительных условиях. Чем богаче они, тем более редкими должны быть тополевые культуры. Мягкий теплый климат, богатые влажные иловатые почвы долины рек По в Италии, Роны во Франции, Рейна в ФРГ определяют экономическую выгодность выращивания тополевых культур с размещением 7×7, 8×8, 9×9 м. Эти густоты являются здесь оптимальными. Климат УССР умеренно континентальный. Влаги и тепла здесь меньше, чем в Италии и Франции. Однако, как показывает опыт, лесорастительные условия Украины являются вполне благоприятными для выращивания высокопродуктивных тополевых культур. Оптимальная густота культур, соответствующая типу лесорастительных условий, является одним из агротехнических приемов, обеспечивающих высокую продуктивность культур тополя. Для условий влажного грунта она равна 400—625 посадочных мест на гектаре (размещение 4×4 и 5×5 м), а для влажных сугрудков — 2500—3333 посадочных мест на гектаре (размещение 1×3 и 2×2 м). С достаточной достоверностью можно судить об оптимальной густоте культур тополя и в условиях сырых грунтов, в которых тополевые насаждения имеют наибольшую продуктивность для Украины. Она равна примерно 267—400 посадочным местам на гектаре, что соответствует размещению 6×6 и 5×5 м.

## УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- Акимочкин Н. Г. Рост и продуктивность тополей в северной части центральной лесостепи. — «Лесное хоз-во», 1948, № 2.
- Альбенский А. В., Делицина А. В. Опыт гибридизации тополей в лаборатории. — «Опыт и исследование», 1934, № 2.
- Альбенский А. В. Гибридизация тополей в СССР. — Ботан. журн., 1944, т.29, № 2—3.
- Альбенский А. В. Культура тополей. М., 1946.
- Арнольд Ф. К. Русский лес. Спб., 1891.
- Бабенко Д. К. Использование осокоря на Терско-Кумских песках. — «Лесное хоз-во», 1957, № 3.
- Баженов В. А., Вихров В. Е. О влажности древесины в стволе лиственных ядровых пород. — ДАН СССР, 1948, т. X, № 3.
- Баженов В. А., Вихров А. Е. О влажности древесины в свежесрубленном состоянии. — Труды Ин-та леса АН СССР, 1949, т. 4.
- Баженов В. А. Проницаемость древесины жидкостями и ее практическое значение. М., 1952.
- Байтала В. Д. Создание насаждений из быстрорастущих пород на Украине. — «Лесоэксплуатация и лесное хоз-во», 1965, № 32.
- Бейзина Н. В. Пойменные тополевые леса центрального Тянь-Шаня. — Труды Кирг. опытн. станции, 1962 (1963), вып. 3.
- Бекинг Д. Х. Симбиоз корневых клубеньков ольхи. — В кн.: IX Международный микробиологический конгресс. Тез. докл. М., 1966.
- Березин А. М. К вопросу о культуре тополей в Башкирии. Сб. работ ВНИИЛХ, 1939, вып. 11.
- Бизяев И. А., Мороз П. И., Ростовцев С. А. Культуры тополей в Югославии. — «Лесное хоз-во», 1963, № 5.
- Бобриков Б. П. Опыт разведения тополей в пойме р. Кубани. — «Лесное хоз-во», 1940, № 11.
- Богданов П. Л. Укоренение черенков осокоря. — «Лесное хоз-во», 1938, № 5.
- Богданов П. Л. Закономерности роста побегов тополей в течение вегетационного периода. — Труды ЛТА им. Кирова, 1949, № 67.
- Богданов П. Л. Итоги работы по селекции тополей в Ленинграде. — Труды Ин-та леса АН СССР, 1951, № 8.
- Богданов П. Л. Необыкновенная толщина тополя. — «Лесное хоз-во», 1952, № 8.
- Богданов П. Л. Новые гибриды тополей. — «Лесное хоз-во», 1958, № 3.
- Богданов П. Л. Тополя и их культура. М.—Л., 1936; 2-е изд., 1965.
- Бодров В. А. Выращивание дуба с быстрорастущими породами. — «Лесное хоз-во», 1952, № 4.
- Бойченко Е. Н. Лесные полосы из тополей на орошаемые земли. — «Лес и степь», 1951, № 9.

- Бронзова Г. Я. Культура тополя в странах Европы. — Сб. иностранной с.-х. информации, 1959, № 12.
- Бяллович Ю. П. Бетроломы и защитные аллеи. — Бюл. науч.-техн. информации УкрНИИЛХа, № 2. Харьков, 1957.
- Вересин М. М. Семеноводство и размножение тополей. — «Лесное хоз-во», 1958, № 4.
- Вехов Н. К. Эвкалипты Севера (тополи). — «На лесокультурном фронте», 1932, № 2.
- Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. М., 1954.
- Власов Е. Разведение семенной осины в питомнике. — «Лесное хоз-во», 1929, № 2—3.
- Гаврилов А. П. Производительность осокоревых насаждений Средней Волги. — «В защиту леса», 1937, № 2.
- Ганжа М. Т. Культура тополя в поймах малых рек Украины. — Лесной журн., 1962, № 5.
- Георгиев Ж. Производительность канадского тополя (таблицы хода роста и товарные таблицы канадского тополя). — «Лесное хоз-во», 1958, № 3.
- Годнев Е. Д. О взаимоотношениях тополя и бузины в лесопосадках. — «Агробиология», 1950, № 2.
- Головчанский И. Н. Сорт и продуктивность тополей. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация. Вып. 8. Киев, 1965а.
- Головчанский И. Н. Тополя на Нижнеднепровской станции. — Лесохозяйственная информация. Рефер. вып., 1965б, № 5.
- Голубинский С. С. Выращивание тополя из семян. — «Лес и степь», 1952, № 3.
- Гордненко И. И. Дослідження кореневих систем дуба та ялини в чистих і мішаних культурах. — Праці інституту лісівництва АН УРСР, 1952, № 3.
- Гриценко И. Ф. Опыт выращивания тополевых насаждений в условиях Донбасса. — Научн. труды УкрНИИЛХа. 1962, вып. 23.
- Гуров Ф. М. Выращивание семенного тополя. — Труды Московского НИИЛХ, 1936, № 2.
- Гуров Ф. М. Выращивание семенной осины и тополя в питомниках. Брянск, 1951.
- Гурский В. В., Паттай И. Н. Сохранность, рост и продуктивность сосны в географических культурах Красно-Тростянецкой лесной опытной станции. — Расширенная сессия ученого совета УкрНИИЛХа по итогам научн.-исслед. работ за 1961 г. Тез. докл. Харьков, 1962.
- Гусев Ю. Д., Сидоров Л. Ф. К экологии *P. ratiaria* Ком. на верхнем пределе его произрастания. — Ботан. журн., 1960, т. 45, № 3.
- Давидов М. В. Бонитирование насаждений быстрорастущих древесных пород. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964.
- Данилов Е. А. Осина и ее разведение. — «Новая деревня», 1922.
- Данилов М. Д. Закономерность развития чистых древостоев в связи с динамикой листовой массы. — «Лесное хоз-во», 1953, № 6.
- Дворецкий М. Л. Волжско-Камские осокорники Татарии. — Труды Татарской ЛОС, вып. 3. Казань, 1939.
- Дубовик М. В. Тополя Киева. — В кн.: Озеленение городов УССР. Киев, 1941.
- Жилкин Б. Д. Применение люпина для повышения продуктивности лесов и сокращения сроков выращивания. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964.
- Зархина Е. С. К вопросу о строении искусственных линейных древостоев тополя. — Лесной журн., 1964, № 4.
- Зельман Д. П. Массовое выращивание пирамидального тополя из семян. — «Агробиология», 1951, № 1.

- Зрачевский А. И. Дождевые черви как фактор плодородия лесных почв. Киев, 1957.
- Иванников С. П., Ростовцев С. А. Быстрорастущие породы и их промышленное освоение. — «Лесное хоз-во», 1962, № 9.
- Иванов Л. А. Свет и влага в жизни наших древесных пород. — 5-е ежегодное Тимирязевское чтение. М., Изд-во АН СССР, 1946.
- Ильичев Д. А., Федорако В. И. Выращивание тополя в Башкирии. — «Лесное хоз-во», 1952, № 9.
- К оценке интенсивности биологического круговорота азота и зольных элементов в равнинных лесах УССР. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 10. Киев, 1967. Авт.: И. И. Смольянинов, Е. В. Рябуха, А. С. Долобовская, В. Т. Коваленко.
- Керестеши Б., Ковалин Д. Разведение быстрорастущих пород. — Междунар. с.-х. журн., 1960, № 6.
- Ковалин Д. Т. Лесное хозяйство некоторых западноевропейских и средиземноморских стран. — «Лесное хоз-во», 1956, № 2.
- Комаров В. Л. Тополя СССР. — Ботан. журн., 1934, т. 19, № 5.
- Котелова Н. В., Стельмахович М. Л. Тополя и их использование в зеленых насаждениях. М., 1963.
- Кочкарь Н. Г. Влияние минеральных удобрений на рост двухлетних саженцев тополей лавролистного и канадского. — Труды Ин-та леса АН БССР, 1952.
- Крутыховский Н. Тополь-великан и его питомец. — «Сельское хозяйство», 1956, № 233.
- Керн Э. Э. Тополь и его лесоводственное значение. — «Лесовод», 1926, № 2.
- Кулешова Т. Н. Рост и физиологические особенности белого и канадского тополей в условиях почвенного засоления. Автореф. канд. дис. Харьков, 1966.
- Лавриненко Д. Д., Старусева Н. Г. Вплив засолення ґрунтів на ріст тополі канадської. — Научные труды УкрНИИЛХА, 1962, вып. 23.
- Лавриненко Д. Д. Пути создания тополевых насаждений на Украине. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964.
- Лавриненко Д. Д. Таблицы хода роста в высоту молодых тополевых, сосновых и дубовых культур с высокой агротехникой их создания. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 14. Киев, 1968.
- Лаврищева Р. С. Влияние карбонатно-содового засоления пойменных почв на рост насаждений тополя. — Вісник с.-г. науки, 1962, № 9.
- Лаврищева Р. С. Влияние густоты посадки на рост тополевых насаждений на засоленной почве р. Самары. — Вісник с.-г. науки, 1964, № 7.
- Ладейщикова Е. И. Влияние густоты посадки на фотосинтез и транспирацию тополя белого. — Расширенная сессия ученого совета УкрНИИЛХА по итогам науч.-исслед. работ за 1961 г. Тез. докл. Харьков, 1962.
- Ладейщикова Е. И. Физиологические исследования в связи с установлением оптимальной густоты насаждений тополя белого. — В кн.: Проблемы современной ботаники, т. II. М.—Л., 1965.
- Лебедев П. С. Тополевые насаждения вдоль каналов. — «Лес и степь», 1952, № 8.
- Лесовский А. В. Ржавчина тополей на Украине и биологическое обоснование мер борьбы с нею. Автореф. канд. дис. Харьков, 1964.
- Логгинов Б. И. Основы полезащитного лесоразведения. Киев, 1961.
- Лосицкий К. Б. Осокорники в БССР. — «Лесная индустрия», 1937, № 9.
- Лукьянов А. К. Культура тополей в пойме р. Урала. — «Лесное хоз-во», 1950, № 3.
- Лукьянов Б. Н. Создание быстрорастущих насаждений как действенный способ повышения продуктивности лесов УССР. — Сб. по обмену опытом в лесной промышленности УССР. Киев, 1958.

- Лукьянин Б. И. Выращивание тополей на Украине. — В кн.: Лесное хозяйство и лесоэксплуатация. М., 1964.
- Матюк И. С. Рост тополей в условиях степи. — «Лесное хоз-во», 1940, № 7.
- Метревели П. А. Культуры тополя канадского в Колхиде. — «Лесное хоз-во», 1952, № 1.
- Мигунова Е. С. Рост тополей на почвах разной степени засоленности. — В кн.: Лесовыращивание. М., 1966.
- Милосердов Н. М. Тополи в защитных полосах на каштаново-солонцеватых почвах (Украина). — «Лесное хоз-во», 1960, № 2.
- Мирон К. Ф. Культура тополей. М., 1939.
- Мирон К. Ф. Тополи и их разведение в Европейской части СССР. Сб. научных работ БелНИИЛХ, вып. 12. Минск, 1959.
- Мирон К. Ф. О внедрении тополей в лесные культуры. — В кн.: Вопросы лесного хоз-ва, лесной и химич. промышл. Минск, 1967.
- Микустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., 1968.
- Нейман. О применении осины и тополя в бумажной промышленности. — Вестник древесины, 1929, № 1.
- Новиков Г. С. Биологические методы борьбы с заболачиванием почв. — Труды 6-й сессии АН Туркм. ССР. Ашхабад, 1954.
- Озолин Г. П., Шамсиеv К. М. Агротехнические правила по выращиванию тополевых насаждений в Узбекистане. Ташкент, 1959.
- Озолин Г. П. Селекция тополя в Узбекистане. Ташкент, 1962.
- Озолин Г. П., Ростовцев С. А. Культура и селекция тополей и ив в социалистических странах., 1963.
- Озолин Г. П. Ускоренное выращивание тополевой древесины в Средней Азии. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964.
- Орлов Ф. В. Опыт выращивания тополей из семян на Севере. — «Лесное хоз-во», 1955, № 11.
- Павленко Ф. А. Агротехника выращивания сеянцев тополя. Харьков, 1958.
- Перелыгин Л. М. Качество древесины тополей. — «Лесное хоз-во», 1938, № 2/8.
- Петров Г. П. Тополь бальзамический в полезащитных полосах. — «Лесное хоз-во», 1955, № 8.
- Погребняк П. С. Основы лесной типологии. Киев, 1955.
- Погребняк П. С. Повышение продуктивности лесов путем создания смешанных насаждений. — В кн.: Вопросы лесоведения и лесоводства. М., 1960.
- Погребняк П. С. Экология тополя и агротехника его выращивания. — В кн.: Лесоводство и агромелиорация, вып. 5. Киев, 1965.
- Погребняк П. С. Общее лесоводство. 2-е изд. М., 1968.
- Подгурский П. Ф. Создание насаждений из быстрорастущих пород в УССР. — Сб. научных трудов УкрНИИЛХА, вып. 2, 1945.
- Поляков В. Я. Тополь бальзамический в Сибири. — Труды Сибирского технологич. ин-та, 1960.
- Порицкий Г. А. Ход роста тополевых насаждений в условиях полесья и лесостепи УССР. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 2. Киев, 1965.
- Пошон Ж. и Баржак Г. де. Почвенная микробиология. М., 1960.
- Пятницкий С. С. Курс дендрологии. Харьков, 1960.
- Редько Г. І. Вплив черної вільхи (*Alnus glutinosa* Gaer.) на підвищення продуктивності канадської тополі (*Populus canadensis* M.). — Доповіді АН УРСР, 1958а, № 3.
- Редько Г. І. Культури канадської тополі високої продуктивності. — Вісник с.-г. науки, 1958б, № 5.

- Редько Г. И., Лавриненко Д. Д. Экологические ареалы разведения отдельных видов тополей на Украине. — Расширенная сессия ученого совета УкрНИИЛХА. Тез. докл. Харьков, 1958в.
- Редько Г. И. Агротехника створення насаджень тополі в лісостепу і на полісі УРСР. — Вісник с.-г. науки, 1960а, № 2.
- Редько Г. И. Взаємодія тополі канадської і сірої в культурах з чорною вільхою. — Наукові праці УкрНДІЛГА, вип. ХХ, Київ, 1960б.
- Редько Г. И. Продуктивность насаждений канадской тополи залежно от условий месторастения. Лесное хозяйство. — Праці УкрНДІЛГА, вип. ХХІ, Київ, 1961.
- Редько Г. И., Лавриненко Д. Д. Інструктивно-методичні вказівки по створенню і вирощуванні тополевих насаджень. Житомир, 1962.
- Редько Г. И. Влажность заболонной и ядерной древесины тополей. — Лесной журн., 1964а, № 2.
- Редько Г. И., Редько Г. Ф. Динамика приростів по висоті у тополь протягом вегетаційного періоду. — Укр. ботан. журн., 1964б, т. ХХІ, № 6.
- Редько Г. И. Рост и продуктивность чистых и смешанных культур европейско-американских гибридов тополя. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964 в.
- Редько Г. И. Естественное возобновление насаждений тополя и других быстрорастущих пород. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 5. Киев, 1965.
- Редько Г. И. Таблицы для таксации насаждений тополя. — В кн.: Таксация и лесоустройство. М., 1966а.
- Редько Г. И. Дендрологическая характеристика тополей. Киев, 1966б.
- Редько Г. И. Вирощування тополі з дубом та його супутніми породами. — Вісник с.-г. науки, 1966в, № 4.
- Редько Г. И. Линейные посадки тополей в полесье УССР. — В кн.: Лесовыращивание. М., 1966г.
- Редько Г. И. Опыт использования тополя как сопутствующей породы при выращивании дубово-сосновых культур на Украине. — Лесной журн., 1966д, № 6.
- Редько Г. И. Изменение влажности древесины некоторых древесных пород в течение года. — Лесной журн., 1968а, № 3.
- Редько Г. И. Оптимальная густота тополевых культур в УССР. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 14. Киев, 1968б.
- Ремезов Н. П., Быкова Л. Н., Смирнова К. М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. М., 1959.
- Ремезов Н. П., Погребняк П. С. Лесное почвоведение. М., 1965.
- Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. Н. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1958.
- Ростовцев С. А. Осокорь в культурах. — В кн.: Селекция и семеноводство древесных пород. М., 1965.
- Рябуха Е. В. Запасы гумуса и азота в лесных почвах полесья. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 10. Киев, 1967.
- Рябуха Е. В. Круговорот азота и зольных элементов в свежих типах леса Укр. полесья. — В кн.: Повышение продуктивности лесов полесья УССР. Киев, 1969.
- Рябуха Е. В. Азот і зольні елементи сосняків у зв'язку з кругообігом речовин. — В кн.: Геохімія ландшафтів. Київ, 1970.
- Сидоров А. И. Тополевые насаждения на Кубани. — «Лесное хоз-во», 1967, № 2.
- Симоненко А. И. Разведение тополя в поймах рек. — «Лесное хоз-во», 1960, № 2.
- Слухай С. И. Питание и удобрение молодых древесных растений. Киев, 1965.

- Смольянинов И. И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов. М., 1969.
- Собинов А. М. Лесные культуры быстрорастущих древесных пород. М.—Л., 1947.
- Создание тополевых насаждений. М., 1966. Авт.: Д. Д. Лавриненко, Г. И. Редько, А. А. Лишенко, А. К. Ковалевский, А. В. Прилуцкий, С. Г. Черемской, А. В. Лесовский, Г. А. Тимченко.
- Солдатов А. Г. Тополь — высокопродуктивная и хозяйствственно ценная древесная порода. Киев, 1956.
- Солдатов А. Г. За 400 куб. м древесины с гектара. Киев, 1959.
- Тамм Ю. Культуры тополей в Эстонии. — «Лесное хоз-во», 1963, № 10.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.—Л., 1939.
- Толчеев Б. П. Тополи на Украине. — «Лесное хоз-во», 1963, № 7.
- Толчеев Б. П. Опыт создания в промышленных целях культур тополей на Украине. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964.
- Тольский А. П. О происхождении суховершинности сосен в Бузулукском бору в связи с вопросом о запасах воды в древесине. — Труды по лесному опытному делу в России, 1913, вып. XVIII.
- Торопогрицкий Д. П. О повышении продуктивности пойменных насаждений. — «Лесное хоз-во», 1958, № 2.
- Травень Ф. Н., Дубинин П. С. Выращивание дуба с быстрорастущими породами в лесных полосах. — «Лесное хоз-во», 1958, № 4.
- Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. М.—Л., 1952.
- Тшук А. А. Исследования хода роста и продуктивности культур тополя канадского во влажной дубраве правобережной лесостепи УССР. — В кн.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 5. Киев, 1965.
- Филимонова В. Д. Культура тополей за границей. М., 1962.
- Флоровский А. М. Плавніві ліси Нижнього Дніпра. Київ, 1950.
- Фокель. Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах с различными применениями и наставлениями как оные разводить. Спб, 1766.
- Цветков М. А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII ст. по 1914 г. Изд-во Института леса АН СССР, 1957.
- Черемской С. Г. Эффективность тополевых насаждений на оврагах. — «Лесное хоз-во», 1960, № 8.
- Шамсиев К. Ш. Выращивание тополей в Узбекской ССР. — Труды Среднеазиатского НИИЛХ, 1963, вып. 9.
- Шевченко С. В. Видовой состав тополей в западных областях Украины. — «Лесное хоз-во», 1960, № 5.
- Шевченко С. В. Тополя та її культури в західних областях УРСР. Львів, 1958; II изд., 1962.
- Шендріков М. І. Культура тополів Середній Європі. — Праці лісфаку УАСГН, т. XVI. Київ, 1960.
- Шингарева-Попова Н. С. Пойменные осокоревые и ветловые леса. Л., 1935.
- Шумаков В. С. Типы лесных культур и плодородие почвы. М., 1963.
- Шумаков В. С. Быстрорастущие насаждения и плодородие почвы. — В кн.: Повышение продуктивности и сохранности лесов. М., 1964.
- Щепотьев Ф. Л., Павленко Ф. А. Быстрорастущие древесные породы. М., 1962.
- Эйзенрейх Х. Быстрорастущие древесные породы. Пер. с нем. М., 1959.
- Яблоков А. С. Пирамидальные тополя. М., 1956.
- Яблоков А. С. Зарубежный опыт разведения тополей. — В кн.: Сборник по обмену опытом в лесной промышленности УССР. Киев, 1958.
- Яблоков А. С. Разведение и использование тополя во Франции. М.—Л., 1960.
- Яблоков А. С. Воспитание и разведения здоровой осины. II изд. М.. 1963.

- Ярмольская А. Г. Опыт создания тополевых насаждений в Богунском лесничестве (на укр. языке). — Вестник с.-х. науки, 1960, № 7.
- A Maguarr Nyarefatermesztes (Венгерское тополеводство). Budapest, 1962.
- Bond G., Mac Connell I. T., Callim A. N. The nitrogen-nutrition of *Hippophae rhamnoides*. L. — Ann. Bot., 20, 50a, 1956.
- Davenport H. E. Haemoglobin in the root nodules of *Casuarina cunninghamiana*. — «Nature», 1960.
- Dode L. A. Extraite d'une monographie inédite du genre «Populus», 1905.
- Houtzagers G. Heft Geslacht *Populus* in verband met sija bettegenis voor Houteelt. Wageningen, 1937.
- Müller R. Wirtschaftspappelarten Holz. — Zbl., 1954, 80, Nr 142.
- Popescu S. F., Dobrescu V. Cultura *Plopilor euramericanii*. Bucuresti, 1965.
- Poplar in forestry and land use. Rome, 1958.
- Polster H. Transpirationsintensität und Wassarbedarf von Pappelklonen. — Beiträge zur Pappelforschung, 27. Berlin, Akad. Verl., 1957.
- Pourtet I. La culture du peuplier. Paris, 1957.
- Rüsch. Das Verhältnis von Transpiration und Assimilation als physiologische Kenngüsse untersucht an Pappelklonen. — «Der Züchter», 1959, Bd. 20.
- Sargent C. S. The silva of North America, vol. IX. N. Y., 1947.
- Schreiner I. Production and utilization of poplar (*Populus*) wood in the United States. — Hols. Forschung, Bd. II, H. 5/6, 1958.
- Тополовият проблем в България. София, 1963.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Биологические и лесоводственные свойства тополей	6
Филогенетическая систематика	7
Морфологические свойства	10
Экологические особенности	12
Фенология	33
Динамика формирования приростов	36
Влажность заболонной и ядерной древесины в течение года	44
Вегетативное возобновление	49
Рост и взаимодействие тополей с другими породами в смешанных культурах	54
Экологическая совместимость различных видов тополей	—
Рост и взаимодействие тополей с черной ольхой	56
Взаимодействие тополя с дубом и его спутниками	86
Опыт использования тополя как сопутствующей породы при выращивании дубово-сосновых культур	91
Взаимодействие тополя с желтой акацией, бузиной и березой	97
Особенности биологического круговорота веществ в тополевых насаждениях	100
Продуктивность и ход роста насаждений тополя по типам условий местопроизрастания	120
Массивные насаждения	123
Линейные насаждения	143
Сравнительная характеристика роста тополей на сортоиспытательных участках	159
Продуктивность тополевых культур различной густоты	162
Указатель литературы	167

*Редько Георгий Иванович*

**Биология и культура тополей**

**Редактор И. П. Дубровская**

**Техн. редактор А. В. Борщева Корректоры Э. А. Горелик, Н. М. Каплинская**

---

М-33510. Сдано в набор 28 VIII 1974 г. Подписано к печати 10 I 1975 г.  
Формат бум. 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 3.

Уч.-изд. л. 11,38. Печ. л. 11. Бум. л. 5,5.

Тираж 1230 экз. Заказ 286. Цена 1 р. 14 к.

Издательство ЛГУ им. А. А. Жданова. 199164. Ленинград, Университетская наб., 7/9.

Типография ЛГУ им. А. А. Жданова. 199164. Ленинград, Университетская наб. 7/9.