

## ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ 16-ЛЕТНЕГО ДРЕВОСТОЯ ТОПОЛЯ СОРТА НОВОБЕРЛИНСКИЙ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

О. М. Масюк

*Дніпропетровський національний університет*

### ПЕРВИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ 16-РІЧНОГО ДЕРЕВОСТАНУ ТОПОЛІ СОРТУ НОВОБЕРЛІНСЬКИЙ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

У статті аналізується характер вертикально-фракційного розміщення фітомаси у просторі та взаємозв'язок між 16-річним деревостаном тополі сорту Новоберлінський та лісорослинними умовами, штучно створеними на рекультивованих землях Західного Донбасу. Установлено, що первинна продуктивність та її структурні особливості формування залежать від потужності та стратиграфії використаних субстратів, індивідуальних сортових особливостей.

*Ключові слова: рекультивовані землі, лісорослинні умови, продуктивність, деревостан, тополя, просторова структура.*

A. N. Masyuk

*Dnipropetrovsk National University*

### PRIMARY PRODUCTIVITY OF THE 16-YEAR-OLD NOVOBERLINSKIY POPLAR STAND GROWING ON THE RECLAMATE LANDS OF WESTERN DONBASS

In the present article the behavior of a vertical-fractional area distribution of a phytomass was analyzed. An interconnection between a 16-year-old Novoberlinskiy polar stand and the forest-plant environment conditions, that were artificially created on the reclamate lands of West Donbass was investigated also. It was established, that the primary productivity and its structure formation characteristics depend on the depth and stratigraphy of the used substrates and specific woods' qualities.

*Key words: reclamate lands, forest-plant environment conditions, productivity, poplar, spatial pattern.*

Продуктивность является интегральным и наиболее информативным показателем, используемым для количественной и сравнительной оценки насаждения и древостоя, а также представляющим важнейшую характеристику жизнедеятельности растительного покрова.

В лесных сообществах основная часть фитомассы создается древостоем. К важнейшим факторам, определяющим размеры массы, относятся эдафоклиматические условия и возраст древесных пород. Кроме того, размер массы особи зависит от густоты насаждения (последняя характеризует степень использования местообитания).

Детальному анализу формирования первичной продуктивности в типичных естественных и искусственных биогеоценозах чистых и смешанных лесов были посвящены работы О. С. Ватковского (1976), А. И. Уткина (1982), В. А. Усольцева (1985), В. Е. Лесниченко (1985), И. В. Карманова, Т. Н. Судницына, Н. А. Ильина. (1987) и других ученых. На землях, нарушенных угледобывающей промышленностью, этой проблемой занимались В. Н. Зверковский (1986), А. Н. Масюк (1988, 2003). Целью наших исследований было изучение первичной продуктивности 16-летних насаждений гибридного тополя Новоберлинского на пяти вариантах рекультивированных земель, отличающихся стратиграфией и мощностью отсыпки. Климатические условия и возраст древостоя были одинаковыми на всех вариантах, что позволяет акцентировать внимание на продукционных процессах, протекающих в разных искусственно созданных эдафотопях, путем рассмотрения особенностей вертикально-фракционного распределения фитомассы тополя и оценить состояние насаждений в данном возрасте.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тополь Новоберлинский получен от искусственного скрещивания тополя пирамидального с тополем лавролиственным (*Populus pyramidalis* × *Populus laurifolia*) на Львовском селекционном пункте (оригинатор Н. С. Крупей). Он экологически очень пластичен. Возделывается как на кислых почвах Полесья, так и на южных черноземах сухой степи (Старова, 1980). Характеризуется высокой способностью к образованию крупных побегов и крупных листьев. Весьма отзывчив на экологические ресурсы среды (Мелихов, 1985).

Наблюдения за ростом и развитием тополя Новоберлинского проводились на постоянных пробных площадях, заложенных на пяти вариантах рекультивированных земель экспериментально-опытных участков лесной рекультивации ДНУ в Западном Донбассе. Конструкции эдафотопы были созданы в результате технического этапа рекультивации, когда на фитотоксичную шахтную породу (продукт угледобывающей промышленности), вынесенную на дневную поверхность в отвалы, отсыпались почвенная масса чернозема обыкновенного и вскрышные горные породы в разной последовательности и мощности. Ниже приводится описание вариантов (стратиграфия сверху вниз), определяющих разные лесорастительные условия для тополевых насаждений. Вариант 1: 30 см – почвенная масса чернозема обыкновенного (ПМЧО), вовлекались горизонты Н и Н<sub>p</sub>, 50 см – красно-бурый суглинок, 80 см – древнеаллювиальные супесь и песок, глубже – шахтная порода; вариант 2: 30 см – ПМЧО, 80 см – песок, глубже – шахтная порода; вариант 3: 30 см ПМЧО, 60 см – древнеаллювиальная супесь, 60 см – глины, глубже – шахтная порода; вариант 4: 40 см – ПМЧО, 30 см – красно-бурый суглинок, 40 см – песок, глубже – шахтная порода; вариант 5: 55 см – древнеаллювиальная супесь, глубже – шахтная порода.

В основу методики учета первичной продуктивности и изучения структуры фитоценозов положены методические указания А. А. Молчанова, В. В. Смирнова (1967), Л. Е. Родина, Н. П. Ремезова, Н. И. Базилевич (1968), а также «Программа и методика биогеоценотических исследований» (1974). Общие запасы и фракционную структуру фитомассы древесного яруса изучали методом отбора модельных деревьев. После их спиливания выделялись три биогеогоризонта (Бяллович, 1960; Уткин, 1984; Одинак, 1978), каждый из которых разбирался на листья, ауксисласты, плоды, ветви живые, ветви усохшие и ствол с отбором образцов на влажность и зольность. Поверхность листьев определяли способом высечек. Биогеогоризонт интенсивной материально-энергетической трансформации (БГГ-1) соответствовал верхней части кроны, биогеогоризонт ослабленной материально-энергетической трансформации (БГГ-2) – нижней части кроны, биогеогоризонт кроново-стволовой и стволовой аккумуляции (БГГ-3) – нижней части ствола. Анализ формирования первичной продуктивности проводился по Ватковскому (1976).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные нами исследования показали, что на эдафотопе, представленном стратиграфией 0–30 см – почвенная масса чернозема, 30–80 см – красно-бурый суглинок, 80–160 см – древнеаллювиальные супесь и песок, 160 см и глубже – шахтная порода (вариант 1), 16-летние насаждения тополя Новоберлинского достигли средней высоты 11 м и среднего диаметра 15,1 см. На одном гектаре зарегистрировано 1532 ствола (табл. 1).

Тип экологической структуры: полуосветленный, световое состояние нормальное. Насаждение соответствует второй возрастной ступени развития – чаще. Тип древостоя – 10 Топ., сомкнутость крон – 0,9. Травяное покрытие обильное, для него характерны более или менее выраженная пятнистость, формирование микрогруппировок и куртин. Представлено следующими видами: пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.) – 60–80 %; полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) – 6–8 %; песчанка уральская (*Arenaria uralensis* Pall. ex Speng.) – до 2 %; пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) – 1,5 %; вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) – до 1 %; коровяк мучнистый (*Verbasicum lychnitis* L.) – до 1 %; сокирки полевые (*Consolida regalis* S. F. Gray) – до 1 % и др.

Таксационные показатели древостоя тополя Новоберлинского

Вариант	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, экз./га	Запас, т/га	Индекс листовой поверхности, га/га
1	11,0	15,1	1532	80,39	9,20
2	10,5	13,5	2396	66,03	6,59
3	9,5	12,6	1296	47,61	4,04
4	9,5	15,8	610	20,46	1,92
5	9,0	11,8	1146	24,66	3,00

Ниже приводится описание биогеогоризнтов (БГГ), выделенных в данном фитоценозе (табл. 2).

БГГ-1 занимает ярус мощностью 3 м и располагается на высоте от 8 до 11 м. Его продуктивность составила 9,913 т/га абсолютно сухой массы, что соответствует 12 % от наземной массы древостоя. Он характеризуется наличием большого количества органов ежегодного обновления – листьев 28,5 %, имеющих темно-зеленую окраску и максимальную площадь листовой поверхности 5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, и ауксибластов 13 %, крупных и хорошо развитых: ежегодно за счет них образуется свыше 4 т/га абсолютно сухой массы, что составляет 41,5 %. Значительный удельный вес в данном БГГ приходится на ветви – 43,5 %.

БГГ-2 выделен в границах (по высоте) от 6 до 8 м и имеет мощность 2 м. Продуктивность горизонта – 13,78 т/га, что составляет 17 % от наземной массы. В отличие от БГГ-1, в БГГ-2 происходит перераспределение массы формирующих биогеогоризонт фракций от одних к другим. Так, увеличилась масса стволов с 15 % до 59,5 %, что повлияло на общую структуру БГГ и привело к снижению удельного веса ветвей – до 22 %, ауксибластов – до 1,2 % и листьев – до 17 %. Площадь листовой поверхности уменьшилась до 3,8 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ-3 занимает пространство от поверхности почвы до 6 м. В нем зарегистрирована наибольшая продуктивность 56,69 т/га, что составляет 71 % от общей массы древостоя. К характерным особенностям горизонта можно отнести подавляющее преобладание органов стволовой аккумуляции – 98,7 %. Основную массу составляют стволы (90 %), появляется незначительное количество усохших ветвей (0,7 %). Органы ежегодного обновления фактически в формировании БГГ участия не принимают – листья – 1,2 % и ауксибласты – 0,1 %. Площадь листовой поверхности уменьшается до 0,4 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Таким образом, наземная продуктивность древостоя тополя Новоберлинского на данной конструкции эдафотопы составила 80,39 т/га абсолютно сухой массы. Растения тополя за 16 лет вегетации образовали 60,56 т/га стволов, 12,03 т/га живых и 0,41 т/га усохших ветвей, 1,51 т/га ауксибластов и 5,87 т/га листьев, что по отношению к общей наземной массе составило соответственно 75 – 15 – 0,5 – 2 – 7 %.

Распределение по радиальной толще насаждения отдельных фракций происходило неравномерно. Так, в верхней части кроны было сосредоточено максимальное количество органов ежегодного обновления – 85 % ауксибластов и 48 % листьев от их общей массы, в нижней части кроны соответственно – 11 % и 40 % и нижней части ствола – 4 % и 12 %. Противоположная тенденция наблюдается для стволов. Минимальное количество – 2,5 % – в верхней части кроны и максимальное – 84 % – в нижней части ствола. Усохшие ветви появляются только в БГГ-3, а живые – рассматривая их распределение сверху вниз соответственно горизонтам 36 – 26 – 38 %.

На эдафотопе, представленном: 0–30 см – почвенная масса чернозема, 30–110 см – древнеаллювиальный песок, 110 см и глубже – шахтная порода, насаждения тополя достигли 10,5 м в высоту и 13,5 см в диаметре. На одном гектаре зарегистрировано 2396 деревьев.

**Вертикально-фракционное распределение фитомассы в древостое  
тополя Новоберлинского, кг/га**

Биогеогоризонт (БГГ)	Фракция	Вариант				
		1	2	3	4	5
БГГ-1	Ствол	1484	968	1058	1151	281
	Ветви живые	4316	1634	1433	1123	590
	Ветви усохшие	0	0	0	0	0
	Ауксибласты	1287	631	181	100	60
	Листья	2826	1616	1137	744	660
Всего по БГГ-1		9913	4849	3809	3118	1591
БГГ-2	Ствол	8818	3450	3985	3372	2260
	Ветви живые	3077	3566	2168	64	1720
	Ветви усохшие	0	0	68	61	0
	Ауксибласты	167	123	115	22	39
	Листья	2351	1048	633	131	824
Всего по БГГ-2		14413	8187	6969	3650	4843
БГГ-3	Ствол	50893	46965	34433	12731	16250
	Ветви живые	4642	3892	994	90	696
	Ветви усохшие	412	1946	849	763	948
	Ауксибласты	56	67	71	19	31
	Листья	690	103	488	93	297
Всего по БГГ-3		56693	52973	36835	13696	18222
Итого		81019	66009	47613	20464	24656

Ниже приводится описание биогеогоризонтов, выделенных в данном фитоценозе.

БГГ-1 занимает ярус мощностью 2,5 м, располагаясь на высоте от 8 до 10,5 м. Его продуктивность – 4,85 т/га, или 7,4 % от всей наземной массы древостоя. В структуре БГГ максимально представлены листья и ветви – по 33 %, на стволы приходится 20 % и на ауксибласты – 13 %. Листья имеют темно-зеленую окраску, а площадь листовой поверхности – 4,11 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ-2 выделен в границах от 6 до 8 м. Его продуктивность составила 8,21 т/га, что соответствует 12,4 % от массы древостоя. В отличие от БГГ-1 в БГГ-2 происходит уменьшение процентного содержания листьев до 12,5 % и ауксибластов до 1,5 % и повышение стволовой части до 42 % и ветвей до 44 %. Площадь листовой поверхности понижается до 2,22 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ-3 выделен в границах от дневной поверхности до высоты 6 м. Он отличается наибольшей продуктивностью 52,97 т/га, что составляет 80,2 % от массы древостоя. К характерным особенностям горизонта можно отнести отсутствие органов ежегодного обновления (листья – 0,2 %, ауксибласты – 0,1 %), преобладание стволов – 88,7 %, появление усохших ветвей – 3,7 %.

Таким образом, на варианте опыта с мощностью искусственного эдафотопы 110 см и нанесением на шахтные породы древнеаллювиальных песков с последующей укладкой почвенной массы чернозема наземная продуктивность древостоя составила 66,03 т/га абсолютно сухой массы. За 16 лет вегетации тополя образовали 51,38 т/га стволов, 9,11 т/га живых и 1,95 т/га – усохших ветвей, 2,77 т/га листьев и 0,82 т/га ауксибластов, что по отношению к общей наземной массе составило соответственно 78 – 14 – 3 – 4 – 1 %.

Фракционное распределение в радиальной толще происходило следующим образом. В верхней части кроны находилось максимальное количество ауксибластов – 77 % и листьев – 58 % от их индивидуального участия в формировании древостоя. В нижней части кроны происходит их уменьшение соответственно до 15 и 38 %. В нижней части ствола их участие снижается до 8 и 4 % (за счет побегов, отходящих от корневой шейки). Площадь листовой поверхности составила 6,59 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> с преобладанием в верхних частях растений (62 %) и понижением в нижних (34 и 4 %). Противоположная тенденция происходит со стволами и ветвями: отсутствие усохших ветвей в БГГ–1 и БГГ–2, и 100%-ное их нахождение в БГГ–3. Минимальная масса стволов – в БГГ–1 (2 %) и БГГ–2 (7 %), максимальная – в БГГ–3 (91 %). Распределение живых ветвей – соответственно 18 – 39 – 43 %.

На эдафотопе, представленном: 0–30 см – почвенная масса чернозема, 30–90 см – супесь, 90–150 см – глина, 150 см и глубже – шахтная порода, насаждения тополя достигли 9,5 м в высоту и 12,6 см в диаметре. На одном гектаре зарегистрировано 1296 деревьев. Тип экологической структуры – полусветленный, световое состояние нормальное. Насаждение соответствует второй возрастной ступени развития (чаща), тип древостоя – 10 Топ., сомкнутость крон – 0,8. Травянистое покрытие обильное и представлено следующими видами: мятлик узколистый (*Poa angustifolia* L.) – 80 %, пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.) – 10 %, мятлик сплюснутый (*Poa compressa* L.) – 7 %, молочай прутьевидный (*Euphorbia virgultosa* Klok.) – 2 %, полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) – 2 %, сокирки полевые (*Consolida regalis* S. F. Gray) – 0,5 %, шалфей дубравный (*Salvia nemorosa* L.) – 0,5%, пупавка полукрасильная (*Anthemis subtinctoria* Dobroc.) – 0,5 % и др.

Ниже приводится описание биогеогоризонтов, выделенных в данном фитоценозе.

Мощность БГГ–1 составила 3,5 м и колеблется на высоте от 6 до 9,5 м. Продуктивность этого горизонта равна 3,81 т/га, или 8 % от надземной массы древостоя. В нем сосредоточено 37,6 % ветвей, 30 % листьев, 27,7 % стволов и 4,7 % ауксибластов. Площадь листовой поверхности составила 1,95 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ–2 выделен на высоте от 4 до 6 м. Его продуктивность – 6,97 т/га, или 15 % от массы насаждения. К характерным особенностям его формирования можно отнести наличие в нем 89 % органов стволовой аккумуляции, из которых выделяются стволы (57 %) и живые ветви (31 %), появляются усохшие ветви. Участие органов ежегодного обновления снижается до 9 % у листьев и 1 % у ауксибластов. Площадь листовой поверхности снижается до 1,4 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ–3 занимает трехметровую мощность от поверхности эдафотоба. Имеет наибольшую продуктивность – 36,84 т/га, что составляет 77 % от массы древостоя. В отличие от предыдущих горизонтов происходит полное доминирование стволов (93,5 %), уравнивание в структуре живых (2,7 %) и усохших (2,3 %) ветвей, листья и ауксибласты в сумме составляют 1,5 %. Площадь листовой поверхности снижается до 0,69 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Таким образом, на варианте опыта с мощностью искусственного эдафотоба 145 см и нанесением на шахтную породу последовательно горных пород – горных пород тяжелого гранулометрического состава (глин) – легкого (песков) – почвенной массы чернозема, надземная продуктивность составила 47,61 т/га абсолютно сухого вещества. За это время тополя образовали 39,48 т/га стволов, 4,6 т/га живых и 0,92 т/га усохших ветвей, 0,37 – ауксибластов и 2,26 – листьев. В процентном отношении пофракционное распределение выглядит соответственно следующим образом: 82,9 – 9,7 – 1,9 – 0,8 – 4,7. Площадь листовой поверхности составила 4,04 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> с преобладанием в верхней части 48 % и последующим понижением в нижних – 35 и 14 %.

Распределение листьев и ауксибластов сходно в вертикальном направлении. Основная масса их сосредоточивается в верхней части кроны – по 50 %, в нижней части кроны соответственно 28 и 31 % и нижней части ствола – 22 и 19 %. Отмирание ветвей начинается в БГГ–2 и составляет 7 % от их общего количества, в БГГ–3 находится основная масса – 93 %. Наибольшая масса живых ветвей находится в нижней части кроны.

В формировании нижней части кроны принимает участие наибольшее количество живых ветвей – 47 %, в верхней – 31 % и нижней части ствола – 22 %. Основная масса стволов находится в БГГ–3 – 87 %, в БГГ–2 происходит уменьшение до 10 % и БГГ–1 до 3 %.

На эдафотопе, представленном: 0–40 см – почвенная масса чернозема, 40–70 см – красно-бурый тяжелый суглинок, 70–110 см – песок, 110 см и глубже – шахтная порода, насаждения тополя достигли 9,5 м – в высоту и 15,8 см – в диаметре. На одном гектаре зарегистрировано 610 деревьев. Тип экологической структуры – полуосветленный, световое состояние нормальное. Тип древостоя – 10 Топ., относится к третьей возрастной ступени развития – изреживание, сомкнутость крон – 0,6. Травянистое покрытие обильное и представлено следующими видами: мятлик сплюснутый (*Poa compressa* L.) – 70–80 %, пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.) – 20 %, коровяк мучнистый (*Verbasum lychnitis* L.) – 3 %, полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) – 2 %, шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata* L.) – 1 %, морковь дикая (*Daucus carota* L.) – 1 %, пупавка полукрасильная (*Anthemis subtinctoria* Dobroc.) – 0,5 % и др.

Ниже приводится описание биогеогоризонтов, выделенных в данном фитоценозе.

БГГ–1 занимает ярус мощностью 3,5 м на высоте от 6 до 9,5 м. Его продуктивность – 3,12 т/га, что составляет 15 % от надземной массы древостоя. Формирование верхней части кроны происходило за счет ствола – 37 %, ветвей – 36 % и листьев – 24 %. Площадь листовой поверхности – 1,44 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ–2 выделен на высоте от 4 до 6 м. Продуктивность этого горизонта – 3,65 т/га (18 % от общей массы древостоя). Его особенностью является наличие в структуре 92 % фракции стволов; уменьшение до 1,7 % массы живых ветвей; появление усохших ветвей, которые находились в равных количествах с живыми ветвями. В связи с резким понижением участия листьев в формировании БГГ до 3,6 % происходит уменьшение площади листовой поверхности до 0,29 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

БГГ–3 представлен 4-метровой толщей от поверхности эдафотопы. Он характеризовался максимальной продуктивностью 13,7 т/га. К структурным особенностям можно отнести доминирование стволов (93 %), присутствие усохших ветвей (5,6 %), понижение участия живых ветвей – до 0,6 %, ауксибластов – до 0,1 % и листьев – до 0,7 %. Площадь листовой поверхности уменьшается до 0,19 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Таким образом, на варианте эдафотопы мощностью в 1,1 м и привлеченной почвенной массой, красно-бурый суглинок и песком надземная продуктивность составила 20,5 т/га абсолютно сухой массы. За это время было образовано 17,25 т/га стволов, 1,28 – живых ветвей, 0,82 – усохших ветвей, 0,14 – ауксибластов и 0,97 – листьев. В процентном отношении пофракционное распределение выглядит соответственно следующим образом: 84,3 – 6,2 – 4 – 0,7 – 4,7. Площадь листовой поверхности составила 1,92 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Анализ вертикальной структуры показал специфичность распределения органов растения в пространстве, что привело к особому (своеобразному) формированию кроны. Основная масса ветвей (88 %), листьев (77 %) и ауксибластов (71 %) сосредоточена в верхней части древостоя. В средней его части происходит резкое падение живых ветвей до 5 %, листьев – до 13 %, ауксибластов – до 16 %; появляются усохшие ветви; повышается уровень присутствия ствола с 7 до 19 %. В нижнем биогеогоризонте – полное преобладание стволов (74 % от общего их количества) и усохших ветвей (93 %). В процессе жизнедеятельности произошло преобразование нижней части кроны. Постепенное отмирание ее и переход в горизонт стволовой аккумуляции привело к максимальной концентрации в верхней части кроны органов, участвующих в интенсивной и ослабленной материально-энергетической трансформации.

На эдафотопе, представленном: 0–55 см – древнеаллювиальная супесь, 55 см и глубже – шахтная порода, насаждения тополя достигли 9 м в высоту и 11,8 см в диаметре. Количество деревьев на 1 га составило 1146. Насаждение имеет полуосветленный тип экологической структуры, нормальное световое состояние, относится ко второй возрастной ступени развития (чаща). Тип древостоя – 10 Топ., сомкнутость крон – 0,7. Травянистое покрытие обильное и представлено следующими видами: мятлик сплюснутый (*Poa compressa* L.) – 70 %, лядвенец полевой (*Lotus arvensis* Pers.) –

8 %, мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.) – 5 %, пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.) – 4 %, вязель пестрый (*Coronilla varia* L.) – 2 %, люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.) – 2 %, донник лекарственный (*Melilotus officinalis* L.) – 1 %, чистец прямой (*Stachys recta* L.) – 1 %, амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – 0,5 % и др.

Ниже приводится описание биогеогоризонтов, выделенных в данном фитоценозе.

БГГ–1 находился на высоте от 6 до 9 м. Его продуктивность составила 1,6 т/га, что составляет 6 % от надземной массы древостоя. Формирование верхней части кроны происходило за счет листьев (41 %), живых ветвей (37 %) и стволов (18 %). Площадь листовой поверхности – 1,06 м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>.

БГГ–2 занимает ярус мощностью 2 м на высоте от 4 до 6 м. Продуктивность горизонта – 4,84 т/га, или 20 % от общей массы. Сравнение с предыдущим БГГ показало структурные изменения в формировании нижней части кроны. Произошло увеличение массы стволов до 47 %, уменьшение органов ежегодного обновления (листья – до 17 % и ауксибластов – с 4 до 0,8 %), на прежнем уровне находятся ветви. Площадь листовой поверхности – 1,33 м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>.

БГГ–3 представлен 4-метровой толщей от поверхности эдафотопы. Он характеризуется максимальной продуктивностью (18,2 т/га). К структурным особенностям можно отнести доминирование стволов (89 %), присутствие усохших ветвей (5,2 %), понижение участия живых ветвей до 4 %, ауксибластов – до 0,2 % и листьев – до 1,6 %. Площадь листовой поверхности уменьшается до 0,61 м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>.

Таким образом, на варианте с минимальной мощностью отсыпки и состоящем из супеси продуктивность древостоя составила 24,66 т/га. Распределение по фракциям имело следующий вид: стволы – 76 %, живые ветви – 12 %, листья – 7 %, усохшие ветви – 4 %, ауксибласты – 1 %. Площадь листовой поверхности насаждения – 3 м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>.

Анализ вертикальной структуры показал, что нижняя часть кроны, начиная с 4 м, формировалась за счет 57 % живых ветвей, 46 % листьев и 30 % ауксибластов. В верхней ее части происходило дальнейшее активизирование ауксибластов до 46 % и снижение участия листьев до 37 %, ветвей до 20 %. Нижняя часть ствола, при максимальном содержании усохших ветвей, отличалась значительными показателями живых ветвей – 23 % от общего их количества, ауксибластов – 24 % и листьев – 17 %. Такое распределение фракций в пространстве привело к специфическому формированию кроны и фитомассы древостоя по биогеогоризонтам, отличительному от всех вышерассмотренных.

Сравнительная оценка тополевых насаждений, растущих на пяти конструкциях рекультивированных земель, сводилась: 1) к взаимосвязи ценотических и эдафических факторов, так как изначально при постановке эксперимента насаждения находились в одинаковых климатических и возрастных условиях, что могло повлиять на размеры фитомассы, и 2) к особенностям функционирования однородных тополевых насаждений.

Как было показано выше, существуют различия в сложении кронового пространства в одновозрастных 16-летних насаждениях тополя Новоберлинского. Образование крон на вариантах 1 и 2 начиналось на высоте 6 м, и соответственно они имели мощность 4,5 и 5 м, в то время как на вариантах 3, 4, 5 кроны формировались на высоте 4 м с протяженностью 5,5 и 5 м. Это происходит за счет особенностей размещения ветвей, что повлияло на распределение фракций древостоя по вертикали. Так, фитомасса ствола в верхней части кроны колебалась от 1,5 до 3 %, в нижней части кроны – от 7 до 13,5 %, в нижней части ствола – от 84 до 91 %, т.е. видна четкая дифференциация по БГГ. Исключение составил вариант 4 – соответственно 7 – 19 – 74 %. Распределение ветвей происходило неравномерно, специфично для каждого древостоя. Живые ветви на варианте 1 размещались в два равномерных яруса на разных высотах (БГГ–1 и БГГ–3). На варианте 2 они имели форму конуса (последовательное увеличение массы сверху вниз). Варианты 3 и 5 сходны в формировании кроны. Они имели юловидную форму: основная масса ветвей приходилась на нижнюю часть кроны (47–57 %), с различиями в БГГ–1 и БГГ–3 (31 и 22 %, 20 и 23 % соответственно вари-

антам). Вариант 4 отличался зонтиковидной формой кроны (88 % массы ветвей находилось в БГГ–1). Усыхание ветвей происходило в нижних частях ствола (варианты 1, 2, 5 – 100 %, варианты 3, 4 – 93 %) и кроны. Тенденция в распределении годичных побегов, характеризующая активность развития крон, для всех вариантов была одинаковой. Максимальная концентрация их в верхнем БГГ с последующим уменьшением в нижних; отличия наблюдались только в количественных показателях. К особенностям распределения листьев можно отнести их привязанность к сформированным кронам древостоя. «Световые» листья, выросшие в условиях сильного освещения, как правило, максимально аккумулируются в верхней части кроны, исключение составляет вариант 5. «Теневые» – в нижней части полога или в глубине крон постепенно или резко уменьшаются. Индекс листовой поверхности коррелирует с массой листьев.

Обобщая полученные в ходе исследований результаты, можно отметить, что лучшие лесорастительные условия для роста и развития тополя Новоберлинского созданы на варианте 1 с мощностью эдафотопы 160 см и с применением почвенной массы чернозема (30 см), красно-бурых суглинков (50 см), древнеаллювиальных супесей и песков (80 см). Об этом свидетельствуют лучшие таксационные показатели, максимальная аккумуляция органического вещества не только древостоем (80,4 т/га абсолютно сухой массы), но и отдельно каждой особью (52,5 кг). В повышении биологической продуктивности важную экологическую роль сыграли: 1) мощность отсыпки, что привело к увеличению корнеобитаемого слоя; 2) соотношение и последовательность применяемых при рекультивации почво-грунтов; 3) оптимальная густота насаждения, характеризующая степень использования местообитания. Это способствовало более полному использованию азотопола, в связи с большей высотой насаждения, своеобразному гантелеобразному формированию крон, оптимальному соотношению между фракциями древостоя, особенно между органами стволовой аккумуляции и ежегодного обновления, минимальному количеству усохших ветвей, максимальным показателем ИЛП – 9,2, являющимся важнейшим признаком при сравнении биологической продуктивности лесов.

Самыми жесткими лесорастительными условиями отличался вариант 5, представленный мощностью отсыпки в 55 см и только горными породами легкого гранулометрического состава (без привлечения плодородного слоя). На нем насаждения тополя имели самые худшие результаты по таксационным показателям (средняя высота – 9 м и средний диаметр – 11,8 см) и аккумуляции фитомассы отдельными деревьями (21,5 кг). Этому способствовала минимальная отсыпка и бедность субстрата, что привело к дефициту жизненного пространства, влаги, питательных веществ. Густота стояния древостоя 1146 экз./га позволила достичь продуктивности 24,7 т/га (четвертый результат среди изученных насаждений). Кроме того, произошли изменения в структуре насаждения – увеличилось количество усохших ветвей до 3,8 %, уменьшилось – годичных побегов до 0,5 % в основном за счет живых ветвей (по сравнению с вариантом 1).

Варианты 2 и 4 объединяет одинаковая мощность отсыпки в 110 см, отличия состояли в субстратах, подстилающих насыпной черноземный слой, в первом случае песок, во втором – соответственно красно-бурый суглинок и песок. Древостой продуцировал разное количество фитомассы: вариант 2 – 60,03 т/га, вариант 4 – 20,46 т/га. Различия выделялись в каждом изученном компоненте. Доминирование варианта 2 по продуктивности (на 45,57 т/га, или в 3,2 раза), по высоте (на 1 м) и площади листовой поверхности (в 3,4 раза) обусловлено в первую очередь на данный момент времени эдафическими условиями, что повлияло на стадию развития насаждения, формирование крон и индивидуальное развитие особи. Изменение стадии развития привело к ускоренному переходу из чащи (2396 экз.) к изреживанию (610 экз.). Это отразилось на образовании крон: вариант 2 – пирамидально-коническая, вариант 4 – зонтиковидная. С изменением густоты насаждения аккумуляция фитомассы отдельными деревьями на варианте 4 была выше (33,54 кг) за счет стволового прироста (различия в высоту компенсировались большим диаметром), чем на варианте 2 (27,56 кг). В структуре древостоя также произошли изменения: в неблагоприятных условиях



произошло уменьшение живых ветвей до 6,2 %, ауксибластов до 0,7 % и увеличение усохших ветвей до 4 %.

На варианте 3 с конструкцией эдафотопы мощностью 150 см и с нанесением (сверху вниз) плодородного слоя, древнеаллювиальных отложений легкого гранулометрического состава и красно-бурых глинистых пород насаждения занимали промежуточное положение. При сравнительно небольших таксационных показателях продуктивность древостоя имела третий результат, а отдельных деревьев – второй.

## ВЫВОДЫ

1. Продуктивность 16-летнего древостоя тополя Новоберлинского зависит от мощности отсыпки, стратиграфии и индивидуальных генетических особенностей сорта.

2. Мощность грунтов менее 150 см является недостаточной для нормального роста и развития тополя Новоберлинского.

3. Мощность эдафотопы должна быть не менее 160 см с нанесением на шахтную породу последовательно горных пород легкого (в качестве экрана) и среднего гранулометрического состава с применением плодородного почвенного слоя или без него.

4. Тополь Новоберлинский обладает альтеристивным гетерозисом, и продуктивность биомассы у него формируется за счет аддитивного эффекта и адаптивных возможностей. В условиях нашего эксперимента в предложенных эдафических условиях гибрид чувствовал себя дискомфортно из-за ограниченного жизненного пространства и дефицита влаги, связанного с ухудшением водных и физических свойств в конструкциях искусственных почво-грунтов.

5. Распределение доли ассимилятов по аккумулятивным фракциям в насаждении тополя Новоберлинского в возрасте 16 лет довольно постоянно и варьирует от 4,2 % до 7,3 %.

6. Относительный вклад фракций стволов и ветвей в надземную массу деревьев взаимосвязан таким образом, что с уменьшением доли одной из них происходит соответствующее увеличение другой, тогда как их совместный вклад в фитомассу деревьев варьирует в меньшей степени.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бяллович Ю. П.** Биогеоэкологические горизонты // Тр. МОИП. – М., 1960. – Т. 3. – С. 43-61.
- Ватковский О. С.** Анализ формирования первичной продуктивности лесов. – М.: Наука, 1976. – 115 с.
- Зверковский В. Н.** К вопросу о надземной продуктивности лесных культур на рекультивированных шахтных отвалах Западного Донбасса // Тез. докл. 2-го Всесоюз. совещ. «Общие проблемы биогеоэкологии». Т. 2. – М., 1986. – С. 111-112.
- Карманова И. В.** Пространственная структура сложных сосняков / И. В. Карманова, Т. Н. Судницкая, Н. А. Ильина. – М.: Наука, 1987. – 200 с.
- Лесничий В. Е.** Биотическая продуктивность и структура сосновых лесов Малого Полесья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Львов, 1985. – 16 с.
- Масюк А. Н.** Продуктивность лесных культур на рекультивированных землях Западного Донбасса // Мониторинговые исследования лесных экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование. – Д.: ДГУ, 1988. – С. 109-117.
- Масюк А. Н.** Вертикальная структура насаждений облесивших крушиновидной на рекультивированных землях // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Вип. 7 (32). – Д.: ДНУ, 2003. – С. 39-53.
- Мелихов И. С.** Пути генетического улучшения лесных древесных растений. – М.: Наука, 1985. – 240 с.
- Молчанов А. А.** Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – 100 с.
- Одинак Я. П.** К вопросу о биогеоэкологических / Я. П. Одинак, Д. В. Борсук // Биогеоэкология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование: Тез. докл. 2-го Респ. совещ. – К., 1978. – С. 21.
- Программа** и методика биогеоэкологических исследований / Под ред. Н. В. Дылиса. – М.: Наука, 1974. – 402 с.
- Родин Л. Е.** Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Ленинград: Наука, 1968. – 143 с.

- Старова Н. В.** Селекция ивовых. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 208 с.
- Усольцев В. А.** Моделирование структуры и динамики древостоев // Красноярск: Краснояр. ун-т, 1985. – 191 с.
- Уткин А. И.** Методика исследования первичной биологической продуктивности лесов // Биологическая продуктивность лесов Поволжья. – М.: Наука, 1982. – С. 59-71.
- Уткин А. И.** Биогеогоризонты лесных биогеоценозов с различным составом древостоев близкого возраста / А. И. Уткин, Я. И. Гульбе, Н. Ф. Калина // Биогеоценологические исследования на Украине: Тез. докл. 3-го Респ. совещ. – Л., 1984. – С. 108-109.

*Надійшла до редколегії 18.04.06*