

Количественные показатели подроста на участке № 15 (сенокос)
в зависимости от удаленности от стены леса

Расстояние до стены леса, м	Древесная порода	Доля в составе молодняка, %	Густота, шт/га	Средняя высота, м	Встречаемость, %
10	С	85,7	750	1,31	10,0
	Б	0,0	0	0	0,0
	Ив	14,3	125	0,85	5,0
Итого		100,0	875	1,25	
30	С	9,1	125	1,35	5,0
	Б	63,6	875	0,58	25,0
	Ив	27,3	375	0,86	15,0
Итого		100,0	1375	0,73	
50	С	88,9	1000	0,65	20,0
	Б	0,0	0	0	0,0
	Ив	11,1	125	0,85	5,0
Итого		100,0	1125	0,67	
70	С	50,0	500	0,85	25,0
	Б	37,5	375	0,85	10,0
	Ив	12,5	125	0,38	5,0
Итого		100,0	1000	0,79	
90	С	100,0	625	0,86	20,0
	Б	0,0	0	0	0,0
	Ив	0,0	0	0	0,0
Итого		100,0	625	0,86	
Всего	С	60,0	600	0,92	16,0
	Б	25,0	250	0,66	7,0
	Ив	15,0	150	0,78	6,0

Библиографический список

1. Войтюк М.М. Сельские леса, их особенности и продуктивность // Лесной вестник. – 2005. – № 5. – С. 126-135.

2. Абрамова Л.П., Новоселова Н.Н., Залесов С.В. Формирование насаждений на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования, в условиях подзоны

средней тайги Пермской области // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. – Вып. 25. – С. 30-42.

3. Колесников Б.П., Зуборева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов свердловской области. – М., 1973. – 245 с.



УДК 581.43:631.811:630*161.32:674.031.632.134.5

Е.В. Лебедев

**МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ
И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БЕРЁЗЫ БЕЛОЙ
В ОНТОГЕНЕЗЕ В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

Ключевые слова: берёза белая, чистая продуктивность фотосинтеза, минеральное питание, биологическая продуктивность, онтогенез.

Введение

Продуктивность растений зависит от работы листового аппарата, синтезирующего до 95% органического вещества, и корневой системы, выполняющей центральную

метаболическую и распределительную функции. Поэтому для программирования роста необходимы количественные данные фотосинтетической активности, минеральной и биологической продуктивности на уровне организма в онтогенезе. Используемые в настоящее время методы изучения фотосинтеза древесных пород путём измерения газообмена не выходят на уровень организма. Поглотительная активность

у деревьев чаще всего изучалась на отдельных корнях [1]. Количественные данные работы листового аппарата и корней деревьев берёзы на уровне организма в онтогенезе в литературе отсутствуют. Однако данные по фитомассе лесов Северной Евразии, представленные В.А. Усольцевым, на уровне организма для разных условий позволяют расширить знания о биологии растений в онтогенезе, привлекая сведения, полученные в модельных микрополевых опытах и природно-климатические данные регионов произрастания [2-4]. Цель исследования – провести комплексный физиологический анализ таксационных данных [2], получить на уровне организма количественные показатели чистой продуктивности фотосинтеза, минеральной и биологической продуктивности и характера связи между ними у берёзы белой (*Betula pubescens* Ehrh.) в онтогенезе в разных регионах Северной Евразии.

Объекты и методы

Физиологическому анализу подвергнуты табличные данные: нормальных березняков Литвы бонитета I а зоны хвойно-широколиственных лесов: продолжительность безморозного периода (ПБП) 150 дней, осадков 630 мм в год, возрастной период 10-100 с интервалом 5 лет, почвы подзолистые [2]. Климат переходный от морского до континентального; нормальных березняков Беларуси бонитета I а, ПБП 150 дней, осадков 630 мм в год, возрастной период – 10-100 с интервалом 5 лет, почвы подзолистые, климат переходный от морского к континентальному; полных семенных березняков бонитета I а зоны широколиственных лесов Украинского Полесья: ПБП 150 дней, осадков 600 мм в год, возрастной период 10-80 с интервалом 5 лет, почвы дерново-подзолистые, климат мягкий с элементами континентального; нормальных березняков Скандинавско-Русской провинции, бонитета I а: ПБП 130 дней, осадков 500 мм в год, возрастной период – 10-100 с интервалом 5 лет, почвы подзолистые, климат умеренно-континентальный; культур берёзы Центрального и Юго-Восточного районов Европейской России бонитета I, ПБП 130 дней, осадков 450 мм в год, возрастной период – от 5 до 40 (интервал 5 лет) и от 40 до 100 (интервал 10 лет), почвы дерново-подзолистые, климат континентальный; сомкнутых смешанных березняков Среднего Поволжья бонитета II: ПБП 130 дней, осадков 450 мм в год, возрастной период – от 10 до 40 (интервал 5 лет) и от 40 до 100 (интервал 10 лет), почвы дерново-подзолистые и серые лесные, климат континентальный; сомкнутых березняков

Среднего Урала липнякового типа: ПБП 120 дней, осадков 500 мм в год, возрастной период – 10-120 с интервалом 10 лет, почвы подзолистые, климат континентальный; модальных березняков Приангарья бонитета II: ПБП 120 дней, возрастной период – 10-100 с интервалом 5 лет, осадков 300 мм в год, почвы мерзлотно-таёжные, климат резко континентальный. Данные масс корней, листьев, древесины стволов и сучьев пересчитывали на одно растение по возрастам. Площадь листьев находили весовым методом. Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли по [5], а биологическую продуктивность (БП) – по относительному росту исходной массы растения в сравниваемых периодах. Для расчета активной поверхности корней растения брали данные наших модельных микрополевых опытов [6]. Из-за высокого постоянства морфологии активных корней в пределах растения (диаметра, длины активного корня, величины удельной активной поверхности корневой системы (УАПКС) и длины активных корней в единице массы корневой пряди диаметром 2-3 мм), для расчёта активной поверхности корней растения брали средние УАПКС и длину активных корней в единице массы пряди: 2,5 см²/м и 30 м/г соответственно [3, 7]. На 1 г сухой массы пряди приходилось 75 см² активной поверхности корней. Листовой аппарат и активные корни – две стороны единого процесса питания с тесной функциональной связью между ними. Отношение корневого потенциала (КП) к фотосинтетическому (ФП) в наших опытах в среднем равнялось 0,43 [3]. В функциональном смысле это значит, что 1 м² активной поверхности корней обслуживал 2,3 м² площади листьев. Имея средние отношения поверхности корней к площади листьев, полученные в модельных опытах, находили поверхность активных корней всего растения в каждом возрасте. По нашим данным активная корневая система не превышала 3% от массы корней растения, использовавшейся в расчётах. Найденные размеры КП в каждом возрасте позволяли найти среднюю минеральную продуктивность (МП) растений [8]. Содержание элементов в единице массы дерева в каждом периоде определено с учётом соотношения между органами. Концентрация элементов в единице биомассы у разных видов растений очень стабильна и контролируется генетически, так как обменные процессы требуют строго нормированного количества элементов [3]. Поэтому полученные нами данные использованы в расчетах. Экспериментальные данные подвергали корреляционному и регрессионному анализам.

Результаты и их обсуждение

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и биологическая продуктивность (БП) падали с возрастом в 3,09-20,63 и в 1,65-5,72 раза соответственно в зависимости от региона (рис. 1 а, б), а связь их с возрастом была обратной (от -0,857 до -0,996 и от -0,572 до -0,888 соответственно). Минеральная продуктивность (МП) с возрастом тоже падала во всех регионах по N, P, K (рис. 1 в-д), Ca и Mg в 6,72-55,85; 6,03-45,01, 6,19-48,15; 6,25-46,46 и 6,23-46,64 раза соответственно, а связь её с возрастом во всех регионах была отрицательной (от -0,725 до -0,883; от -0,731 до -0,890; от -0,728 до -0,886, от -0,733 до -0,891 и от -0,732 до -0,891 по N, P, K, Ca и Mg соответственно). В среднем за онтогенез наибольшие значения ЧПФ были в Украинском Полесье, а БП и МП по P, K, Ca и Mg – в Литве, а в центре Европейской России – по МП по N. Минимальные ЧПФ и БП были в Беларуси, а МП по всем элементам – на Среднем Урале. Для удобства анализа связи показателей в онтогенезе, БП, ЧПФ, МП (N) и отношение корневого потенциала к фотосинтетическому (КП/ФП) даны в процентах от максимальных значений (рис. 2). Связь МП с ЧПФ была высокой положительной (от 0,789 до 0,964, от 0,791 до 0,967, от 0,785 до 0,965, от 0,804 до 0,968 и от 0,801 до 0,967 по N, P, K, Ca и Mg соответственно). Связи, рассчитанные для Центра и Юго-востока Европейской России, были несколько ниже. Падение МП и ЧПФ с возрастом отрицательно сказалось на БП (связь МП с БП была высокой положительной по всем регионам и составила по N, P, K, Ca и Mg 0,960-0,998; 0,957-0,998; 0,959-0,997; 0,955-0,999 и 0,956-0,999 соответственно). Но численно БП падала не столь резко, как ЧПФ и МП. Связь КП/ФП с возрастом была положительной (от 0,492 до 0,818), но функциональная связь корней с листовым аппаратом падала, и единица поверхности корней с возрастом обслуживала всё меньшую площадь листьев. Падение с возрастом поглощения N единицей поверхности корней в сутки сопровождалось ростом КП/ФП и подтверждается обратной связью КП/ФП с МП (от -0,716 до -0,974 в зависимости от региона). Связь КП/ФП с БП была высокой отрицательной (от -0,796 до -0,962).

Связь КП/ФП с ЧПФ также была отрицательная (от -462 до -811). С возрастом у деревьев росла нехватка элементов, адаптивной реакцией на которую явился рост активной поверхности корней относительно площади листьев. Но к 50-60 годам регуляторные возможности на уровне организма были

исчерпаны, а показатель КП/ФП стабилизировался и даже несколько падал (рис. 2). Такую реакцию можно объяснить низкой концентрацией большинства элементов в почвенном растворе в естественных условиях – 10^{-3} - 10^{-4} M, фосфора – 10^{-5} - 10^{-6} M.

Растворимые в воде N, P и K при транспирации лишь частично покрывают потребность в элементах, значительная часть которых движется к корню благодаря диффузии, часто лимитирующей скоростью их поглощения [9]. Поглощение элементов зависит от концентрации почвенного раствора, скорости движения их около корня за счёт диффузии, размера активной поверхности корней и интенсивности их работы. При низких концентрациях и скорости диффузии элементов растения не могли существенно усилить поглощение, но наращивали активную поверхность корней относительно площади листьев с целью увеличения подачи элементов для поддержания фотосинтеза на жизненно необходимом уровне. За счёт такой регуляции у растений падение с возрастом БП во всех регионах было не таким резким, как ЧПФ и МП (N).

Выводы

1. Комплексным физиологическим анализом таксационных данных древостоев берёзы белой, произрастающих от Балтики до Восточной Сибири, получены количественные данные биологической и минеральной продуктивности на уровне организма в онтогенезе в возрасте от 5-10 до 80-100 лет. В среднем за онтогенез наибольшие показатели ЧПФ были в Украинском Полесье, по БП и МП по P, K, Ca и Mg – в Литве и по МП по N – в центре Европейской России.

2. Во всех регионах с возрастом падали чистая продуктивность фотосинтеза, минеральная и биологическая продуктивность. Между минеральной и биологической продуктивностью по регионам корреляция была на уровне от 0,907 до 0,999.

3. При росте дефицита питания с возрастом растения наращивали активную поверхность корней относительно площади листьев с целью роста поглощения элементов для поддержания фотосинтеза. За счёт такой регуляции с возрастом относительно стабилизировалась биологическая продуктивность во всех регионах.

4. Данный способ преобразования таксационных данных в физиологические кардинально упрощает получение на уровне организма количественных характеристик работы листа и корня и может быть использован теоретической основой для программирования продуктивности древостоев берёзы белой.

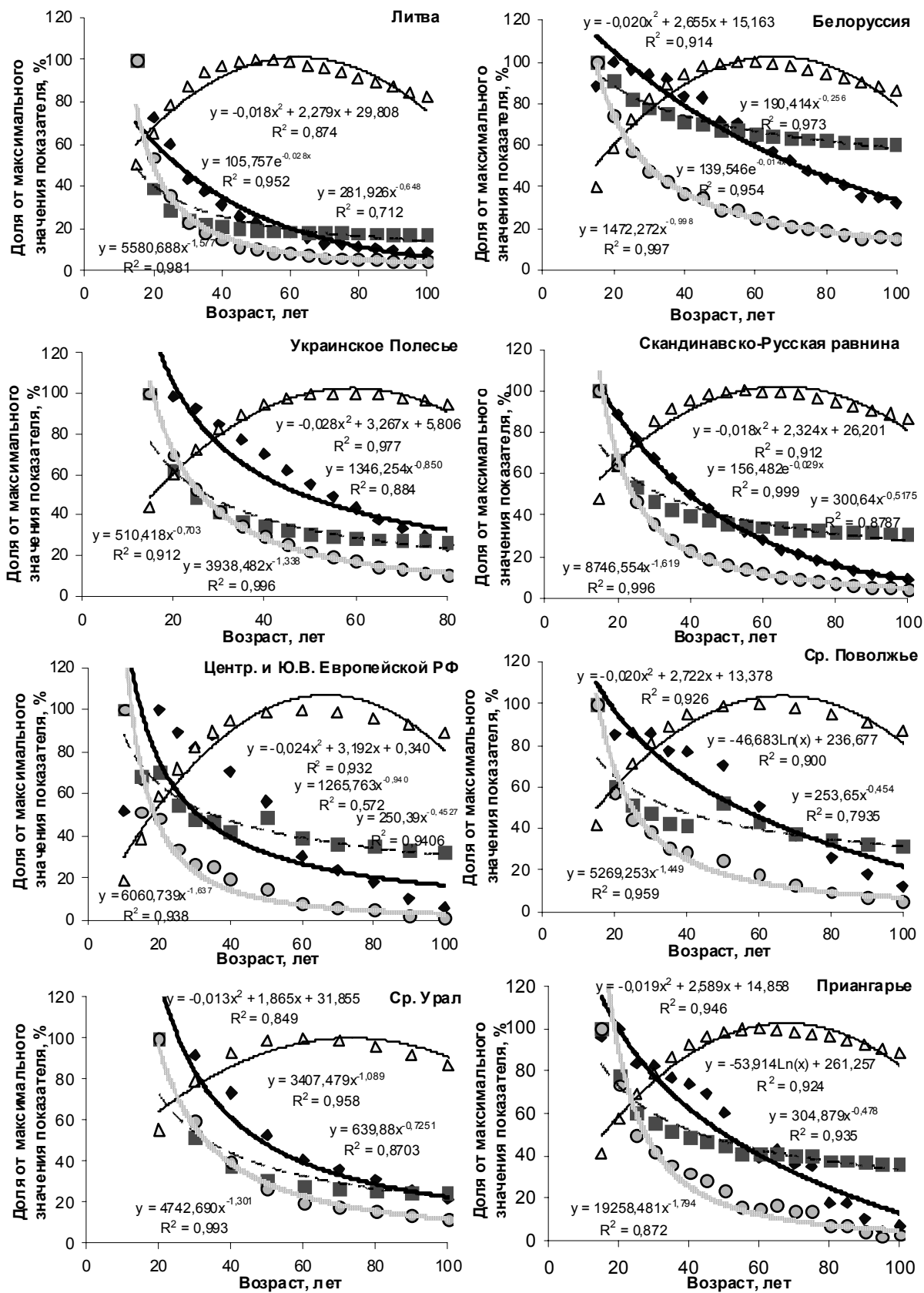
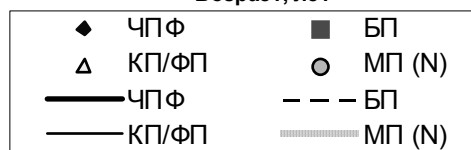


Рис. 2. Характер связей основных физиологических показателей берёзы белой в онтогенезе



Библиографический список

1. Чернобровка Н.П., Робонен Е.В. Влияние обеспеченности бором на рост и накопление элементов минерального питания у березы повислой // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2011. – № 1. – С. 11-14.

2. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 763 с.

3. Лебедев В.М., Лебедев Е.В. Морфологические, функциональные и физиологические особенности активной части корневой системы лесообразующих пород Волго-Вятского региона // Агрехимия. – 2011. – № 4. – С. 38-44.

4. Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. – М.: Наука, 1973. – 203 с.

5. Ничипорович А.А. О методах учёта и изучения фотосинтеза как фактора урожай-

ности // Тр. ИФР АН СССР. – 1955. – Т. 10. – С. 210-249.

6. Лебедев Е.В. Поглощительная деятельность корневой системы лесообразующих пород Волго-Вятского региона // Актуальные проблемы лесного хозяйства и рациональное использование ресурсов Нижегородской области. – Нижний Новгород: НГСХА, 2002. – С. 130-144.

7. Муромцев И.А. Активная часть корневой системы плодовых растений. – М.: Колос, 1969. – 247 с.

8. Лебедев В.М. Определение активной поверхности и минеральной продуктивности корневой системы плодовых и ягодных культур // Методика исследования и вариационная статистика в научном плодоводстве: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (25-26 марта 1998 г.). – Мичуринск: Изд-во МГСХА, 1998. – Т. 2. – С. 39-42.

9. Nye P.H., Tinker P.B. Solute movement in the soil - root system // Berkeley, Calif. Univ. – California press. – 1977. – 342 p.

