

14. Zavyalov K.E. Morphology and chemical composition of leaves of pilot cultures of the silver birch (*Betula Pendula Roth*) in the conditions of magnesite pollution // Izvestia of Orenburg State Agrarian University. 2013. № 3 (41). P. 230–232.
 15. Mohnachev P.E., Makhniova S.G., Menshikov S.L. Features of reproduction of the Scotch pine (*Pinus silvestris L.*) in the conditions of pollution by magnesite dust // Izvestia of Orenburg State Agrarian University. 2013. № 3 (41). P. 8–9.
 16. Kolesnikov B.P. Forests of Chelyabinsk region // Forests of the USSR. M, 1969. V. 4. P. 125–157.
 17. Menshikov S.L. Research of ecological features of growth and reasons for agrotechnology of creation of cultures of coniferous breeds in the conditions of magnesite dust: avtoref. diss. ... cand. agricult. Sciences. Sverdlovsk, 1985. 20 p.
 18. Rinn F. TSAP. Reference manual. Version 3.0. Heidelberg, 1996. 263 p.
-

УДК 577.118, 574.23, 575.2

СООТНОШЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЛИСТЬЯХ БЕЛЫХ БЕРЕЗ ВДОЛЬ ВЫСОТНОГО ГРАДИЕНТА СЕВЕРНОГО УРАЛА

В.Д. ГОРБУНОВА – старший инженер, тел. 8(908)921-70-11,
e-mail: botgarden.gor@yandex.ru*

А.К. МАХНЕВ – доктор биологических наук, профессор,
тел. 8(343)322-56-29, e-mail: afrmah@rambler.ru*

* «ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения РАН»,
620134 Россия, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а

Ключевые слова: *Betula pendula*, *Betula pubescens*, макроэлементы, азот, высотная изменчивость.

Изучена закономерность содержания основных макроэлементов и соотношение N:P:K в листьях *Betula pendula Roth* и *Betula pubescens Ehrh.* вдоль высотного градиента г. Конжаковский камень (Северный Урал), а также погодичная, межпопуляционная и индивидуальная изменчивость. Обнаружены противоположные тенденции двух видов по содержанию общего азота в листьях – увеличение с высотой у *Betula pubescens* и снижение у *Betula pendula*. Обнаружена также различная тенденция двух видов по накоплению фосфора и калия. Содержание калия и фосфора в листьях *B. pendula* снижалось от контроля к верхней границе горно-лесного пояса в отличие от *B. pubescens*, где наблюдалось стабильное содержание калия в листьях вдоль высотного градиента. Вероятно, пониженная температура почвы тормозит поступление макроэлементов в растения, что проявляется в уменьшении общего содержания азота, фосфора и калия в листьях *B. pendula* в высотном градиенте. Сходство двух видов проявилось в стабильном содержании магния и натрия вдоль высотного градиента и снижении содержания магния. Суммарное содержание макроэлементов в листьях *B. pubescens* увеличивалось от горно-лесного до тундрового пояса в отличие от *B. pendula*, где обнаружена обратная направленность, при этом тенденция сохранялась за два года исследования. Также у двух видов изменялось соотношение N:P:K в сторону повышения содержания азотистых соединений с увеличением высоты произрастания при снижении соотношения фосфора и калия в листьях. Таким образом, увеличение доли азота в листьях двух видов берез может свидетельствовать о повышении продуктивности обоих видов в высотном градиенте, несмотря на значительное снижение общего содержания азота у березы повислой.

THE RATIO OF NUTRIENTS IN THE LEAVES OF WHITE BIRCH TREES ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT OF THE NORTHERN URALS

V.D. GORBUNOVA – senior engineer, phone: 8(908)921-70-11,
e-mail: botgarden.gor@yandex.ru*

A.K. MAKHNEV – doctor of biological sciences, professor,
phone: 8(343)322-56-29 e-mail: afrmah@rambler.ru*

* FSBES «Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences»
620134, Russia, Yekaterinburg, Bilimbaevskaya str., 32a

Keywords: *Betula pendula*, *Betula pubescens*, macroelements, nitrogen, altitude variability

The regularity of the content of the nutrients and the ratio N:P:K in the leaves of *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh along the high-altitude gradient of the mountain of the Northern Urals (Konzhakovsky Kamen mountain) were studied, as well as the annual, interpopulation and individual variability. The studied species of birch showed different strategies for nutrient accumulations. We found an increasing of nitrogen contents in the leaves of *B. pubescens* along Konzhakovsky Kamen mountain altitude and the highest foliar nitrogen concentrations at the tundra. Compared with the leaves of *B. pubescens*, where a stable content of potassium in the leaves along the altitudinal gradient was observed, significant decreasing of content nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves of *B. pendula* along altitude gradient was found. Probably, the lowered soil temperature inhibits the entry of nutrients into plants, which is manifested in a decrease in the total content of nitrogen, phosphorus and potassium in *B. pendula* leaves in a high-altitude gradient. The similarity of the two species was manifested in a stable content of magnesium and sodium along the altitudinal gradient and a decreasing of the magnesium content. The total content of nutrients in the leaves of *B. pubescens* increased from the mountain forest to the tundra zone, in contrast to *B. pendula*, where a reverse orientation was detected, while the trend persisted for two years of study. Also, in two species, the ratio of N:P:K was changed toward increasing the nitrogenous compounds content with an increase in the growth height, with a decrease in the ratio of phosphorus and potassium in the leaves. Probably, an increasing of the proportion of nitrogen in the leaves of two species of birch shows of an increase in the productivity of both species in a high-altitude gradient, despite a significant decrease in the total nitrogen content of silver birch.

Введение

Проблемы роста и адаптации растений являются центральными в физиологии, агрономии и лесоводстве. От приспособленности растений к конкретным почвенно-климатическим условиям в основном зависит продуктивность насаждений. Литературные данные показывают взаимосвязь продуктивности древесных пород и содержания биофильных элементов в ассимилирующих органах растений, при этом наиболее показательной оценкой является не общее

содержание элементов, а их соотношение [1]. Было показано, что соотношение N:P:K является не только показателем уровня минерального питания, но также характеризует функциональное состояние растений [2].

Сложные взаимные влияния климатических, геохимических и связанных с ними биотических факторов обуславливают изменчивость химического состава растений (органические соединения и образующие их химические элементы), который, в свою очередь, дополнительно опреде-

ляется и их видовой принадлежностью [3]. Представители рода *Betula* являются одной из основных лесобразующих пород России и занимают более половины всей площади, находящейся под листовыми древесными породами. Благодаря широкому распространению виды березы являются хорошим объектом для изучения влияния экологических факторов, таких как температура, на химический состав листьев. А изучение изменчивости биохимических и физиологических показателей вдоль высотного

градиента может являться одним из подходов для выявления механизмов адаптации к условиям среды. Так, например, литературные данные показывают увеличение концентрации азота в листьях *B. pubescens* в высотном градиенте [4]. Предполагается, что повышенная концентрация азота в листьях высокогорных саженцев березы пушистой является генетически определенной и имеет адаптивное значение в холодной среде [5].

Особый интерес представляет изучение популяций березы высокогорных областей. Жесткие климатические условия, ставящие горные экосистемы в один ряд с такими «крайними для существования жизни» ценозами, как зональные тундры и арктические пустыни, способствовали формированию сходных черт биоты высоких широт и высокогорий.

Таким образом, целью данного исследования являлось изучение содержания и соотношения азота (N), фосфора (P), калия (K), кальция (Ca), магния (Mg) и натрия (Na) в листьях *Betula pendula* Roth и *Betula pubescens* Ehrh. в зависимости от поясной зональности в условиях высокогорья (Северный Урал).

Объекты и методы исследования

Конжаковский Камень (59°37'9" с.ш., 59°8'11" в.д.) – высочайшая точка южной части Северного Урала (1569 м). Климат района является холодным, избыточно влажным и характеризуется коротким и умеренно теплым летом, длинной и холодной

зимой, очень ранним установлением снежного покрова (с конца сентября). Годовое количество осадков в горно-таежном поясе – 500–700 мм, а в вышележащих поясах повышается и достигает 1200 мм. Средняя скорость ветра в течение года колеблется от 2,4 до 4,5 м/с и увеличивается с высотой до 8–9 м/с в гольцовой части. Горно-лесной пояс поднимается до высоты 850–900 м н.у.м., где преобладают темнохвойные леса, от 900 до 1000 м расположен подгольцовый пояс, который представлен в нижней части куртинами сомкнутых лесов в сочетании с горными лугами, выше – островными мелколесьями и низкотравными пустошами и в самой верхней части – отдельными группами деревьев на фоне горно-тундровых сообществ. Широко распространенная в горных лесах береза пушистая замещается близкородственным видом – березой извилистой (*Betula tortuosa* Ledeb.). Верхнюю часть гор (выше 100 м) занимает горно-тундровый пояс [6]. Почвы горно-тундровые, слабообразованные, каменисто-суглинистые, часто со следами оглеения.

Исследования проводились в течение двух лет во всех горных поясах г. Конжаковский Камень и на контроле (наиболее типичный для данной области тип леса). Растительный материал был собран в 2006 и 2008 гг., для изучения индивидуальной изменчивости брались по 15 деревьев каждого вида с нижней трети кроны с южной экспозиции во всех горных поясах. Листья *B. pubescens* отбирались на контроле, нижней

и верхней границах горно-лесного пояса, в подгольцовом и тундровом поясах, *B. pendula* – на контроле и на нижней и в верхней границах горно-лесного пояса. Определение содержания общего азота выполняли с помощью автоматического анализатора азота по Кьельдалю UDK 152 (Velp scientifica), калия, кальция, магния, натрия и фосфора из одной навески мокрым озолением и последующим определением калия на атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-300, фосфора – спектрофотометрическим методом с молибденовой синью [7]. Результаты пересчитывались в соотношение элементов. Полученный материал был проанализирован с помощью метода статистического анализа в программе Statistica 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Выявлены особенности накопления основных макроэлементов в листьях берез двух исследованных видов вдоль высотного градиента г. Конжаковский Камень, внутривидовая изменчивость содержания и соотношения азота, фосфора, кальция, магния, натрия и калия, а также межвидовые отличия.

Обнаружена различная направленность двух видов в изменении химического состава листьев с увеличением высоты произрастания. Содержание азота в листьях *B. pubescens* повышалось вдоль высотного градиента от контроля к тундре. Так, в 2006 г. содержание азота

в листьях *B. pubescens* увеличилось от 22,04 мг/г на контроле до 30,7 мг/г в тундре, где достигло максимального значения (табл. 1). В 2008 г. максимальное содержание азота обнаружено также в тундровом поясе – 39,1 мг/г, что достоверно отличалось от остальных поясов высотного ряда. На нижней границе горно-лесного пояса оказалось наименьшее содержание азота в листьях – 27,7 мг/г.

Выявлены межвидовые различия и высотная изменчивость

содержания фосфора в листьях *B. pubescens*. В 2006 г. достоверных различий между поясами не обнаружено, в 2008 г. выявлены различия данного показателя среди горных поясов (см. табл. 1). Обнаружено максимальное содержание фосфора в тундровом поясе (11,9 мг/г), что достоверно отличается от контроля (9,1 мг/г), нижней границы горно-лесного пояса (10,6 мг/г) и подгольцового пояса (9,5 мг/г). При изучении погодичной изменчивости обнаружены достоверные различия

по содержанию фосфора во всех точках высотного ряда. Во всех случаях содержание фосфора в 2008 г. выше, чем в 2006 г.

В отличие от *B. pubescens* у *B. pendula* наблюдается тенденция уменьшения содержания изучаемых макроэлементов в листьях с увеличением высоты произрастания. В 2006 г. содержание азота в листьях *B. pendula* уменьшалось вдоль высотного градиента от контроля до верхней границы горно-лесного пояса (табл. 2). Максимальное

Таблица 1

Table 1

Содержание макроэлементов в листьях *B. pubescens*
Content of nutrients in the leaves of *B. pubescens*

Горные пояса Mountain belts	Параметры Parameter	Азот Nitrogen		Фосфор Phosphorus		Калий Potassium		Кальций Calcium		Магний Magnesium		Натрий Sodium	
		2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008
Контроль Control site	Ср, мг/г Mean, mg/g	22,04	29,94	6,74	9,08	5,19	10,14	6,64	8,03	4,16	6,17	1,32	2,22
	V, %	11	13	16	19	48	15	15	20	0,11	12	35	40
Горно-лесной, нижняя граница Mountain-forest belt, lower boundary	Ср, мг/г Mean, mg/g	21,68	27,73	6,31	10,63	6,11	7,94	8,3	6,06	4,98	7,18	1,67	2,72
	V, %	5,5	9	25	11	26	20	17	12	18	11	43	30
Горно-лесной, верхняя граница Mountain-forest belt, higher boundary	Ср, мг/г Mean, mg/g	24,81	25,71	6,4	6,78	4,77	8	5,18	7,06	5,61	6,4	1,55	2,28
	V, %	8	17	9	15	36	39	27	11	13	7,5	57	75
Подгольцовый Podgoltzovy	Ср, мг/г Mean, mg/g	27,88	35,4	6,28	9,48	5,71	9,27	6,03	5,83	4,58	7,24	1,56	2,35
	V, %	11	15	14	13	24	21	20	15	12	16	50	70
Тундра Mountain tundra	Ср, мг/г Mean, mg/g	30,66	39,13	7,09	11,89	5,3	8,4	4,07	4,39	5,11	7,33	1,57	2,59
	V, %	15	10	15	14	30	17	28	24	12	10	48	37

Таблица 2

Table 2

Содержание макроэлементов в листьях *B. pendula*
Content of nutrients in the leaves of *B. pendula*

Горные пояса Mountain belts	Параметры Parameter	Азот Nitrogen		Фосфор Phosphorus		Калий Potassium		Кальций Calcium		Магний Magnesium		Натрий Sodium	
		2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008
Контроль Control site	Ср, мг/г Mean, mg/g	23.98	27.24	8.44	8.67	5.57	8.91	7,99	8.33	4,72	6.31	1,68	2.1
	V, %	7	10	11	20	43	27	22	16	10	17	29	59
Горно-лесной, нижняя граница Mountain-forest belt, lower boundary	Ср, мг/г Mean, mg/g	20.29	25.73	7.07	9.44	3,65	5.9	6,83	4.99	5,18	6.87	1,33	1.78
	V, %	6	12	11	10	28	18	20	29	15	8	20	39
Горно-лесной, верхняя граница Mountain-forest belt, higher boundary	Ср, мг/г Mean, mg/g	19.75	24.02	5.79	6.52	3	7.14	6,46	5.69	4,23	5.99	1,25	2.07
	V, %	10	8	11	18	47	19	17	15	18	10	6,4	50

содержание азота обнаружено на контроле – 23,98 мг/г, наименьшее – 19,7 мг/г – на верхней границе горно-лесного пояса. В 2008 г. содержание азота в листьях *B. pendula* также уменьшалось с увеличением высоты произрастания.

Данный показатель составлял 27,24 мг/г на контроле, уменьшился до 25,7 мг/г на нижней границе горно-лесного пояса и до 24,0 мг/г на верхней границе горно-лесного пояса.

Обнаружена также различная тенденция двух видов по накоплению фосфора и калия. Содержание калия в листьях *B. pendula* снижалось от контроля к верхней границе горно-лесного пояса в отличие от *B. pubescens*, где наблюдалось стабильное со-

держание калия в листьях вдоль высотного градиента. Известно, что снижение температуры корнеобитаемого пространства задерживает поглощение зольных веществ, фосфора и азота [8]. Вероятно, пониженная температура почвы тормозит поступление макроэлементов в растения, что проявляется в уменьшении общего содержания азота, фосфора и калия в листьях *B. pendula* в высотном градиенте.

Оба вида показали достоверное снижение содержания кальция вдоль высотного градиента: у березы пушистой – от 6,64 мг/г на контроле до 4,07 мг/г в тундре в 2006 г. и от 8,03 мг/г на контроле до 4,39 мг/г в тундре в 2008 г., у березы повислой – от 7,99 мг/г и 8,33 мг/г на контро-

ле до 6,46 мг/г и 5,69 мг/г в нижней границе горно-лесного пояса в 2006 и 2008 гг. соответственно. Также сходство двух видов проявилось в стабильном содержании магния и натрия вдоль высотного градиента, при этом нет достоверных отличий погодичной изменчивости двух видов, где содержание магния и натрия в 2008 г. превышает таковое в 2006 г. во всех точках высотного ряда.

Процентное соотношение азота, фосфора и калия в листьях определялось также видовой принадлежностью и зависело от экологических факторов. Процентное соотношение элементов рассчитывалось как соотношение элемента к сумме азота, фосфора и калия. Выявлено,

что общее содержание макроэлементов в листьях зависело от высоты произрастания вида. Суммарное содержание макроэлементов в листьях *B. pubescens* увеличивалось от горно-лесного до тундрового пояса в отличие от *B. pendula*, где обнаружена обратная направленность, при этом тенденция сохранялась за два года исследования (табл. 3).

Так же как и общее содержание элементов минерального питания, процентное соотношение азота в листьях берез на нижних границах высотного ряда (контроль и нижняя граница) достоверно отличалось от такового в высших точках (тундры и подгольцового пояса), также достоверные отличия найдены между двумя годами исследования. Тем не менее, по данным ряда исследова-

вателей, соотношение N:P:K в растениях данного вида в условиях адаптации не зависит от географических и почвенно-климатических условий и является видовым генотипическим признаком [9].

Несмотря на обнаруженную тенденцию березы повислой к уменьшению общего содержания азота в листьях с высотой произрастания, соотношение азота к фосфору и калию увеличивается, как и у березы пушистой, и достоверно не отличается между видами. Оба вида отличались направленным изменением соотношения N:P:K в сторону увеличения содержания азотистых соединений с ухудшением экологических условий, при этом соотношение фосфора и калия в листьях снижалось или

не изменялось. По литературным данным, снижение продуктивности древесных пород сопровождается уменьшением в листьях или хвое доли азота при некотором увеличении (уменьшении) фосфора и калия [1]. Таким образом, увеличение доли азота в листьях двух видов берез может свидетельствовать о повышении продуктивности обоих видов в высотном градиенте, несмотря на значительное снижение общего содержания азота у березы повислой. Высокую концентрацию азота в листьях объясняют тенденцией высокогорных растений запасать питательные вещества, подобная стратегия предполагается как способ адаптации растений к среде с недостатком питательных веществ [10].

Таблица 3

Table 3

Соотношение азота, фосфора и калия в листьях *B. pubescens* и *B. pendula*
The ratio of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves of *B. pubescens* и *B. pendula*

Горный пояс Mountain belts	Год Year	Сумма N+P+K мг/г Total N+P+K, mg/g		Азот (%) Nitrogen		Фосфор (%) Phosphorus		Калий (%) Potassium	
		<i>B. pub</i>	<i>B. pen</i>	<i>B. pub</i>	<i>B. pen</i>	<i>B. pub</i>	<i>B. pen</i>	<i>B. pub</i>	<i>B. pen</i>
Контроль Control site	2006	34,0	38,0	65,2	63,3	19,9	22,3	14,9	14,4
	2008	49,7	44,4	59,3	61,0	20,2	20,0	20,5	19,0
Горно-лесной, нижняя граница Mountain-forest belt, lower boundary	2006	34,1	31,0	63,8	65,4	18,4	22,8	17,8	11,8
	2008	46,6	39,5	59,0	60,8	24,0	24,2	17,0	15,0
Горно-лесной, верхняя граница Mountain-forest belt, higher boundary	2006	36,0	28,5	69,0	69,2	17,8	20,5	13,2	10,3
	2008	40,5	37,8	63,5	62,0	17,0	19,1	19,5	18,9
Подгольцовый Podgoltzovyy	2006	39,9	–	69,9	–	15,8	–	14,3	–
	2008	53,1	–	65,4	–	18,0	–	16,6	–
Тундра Mountain tundra	2006	43,0	–	71,0	–	16,7	–	12,3	–
	2008	58,8	–	64,3	–	21,4	–	14,3	–

Выводы

Различная направленность изменения содержания макроэлементов у двух видов вдоль высотного градиента, вероятно,

связана с экологическими особенностями видов.

Выявленное увеличение доли азота вдоль высотного градиента может показывать повыше-

ние продуктивности двух видов, несмотря на снижение содержания общего азота у березы повислой.

Библиографический список

1. Беляев А. Б., Щеглов Д. И. Листовая диагностика продуктивности древесных пород // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2012. № 2. С. 125–131.
2. Вахмистров Д.Б., Воронцов В.А. Избирательная способность растений не направлена на обеспечение их максимального роста // Физиология растений. 1997. Т. 44, № 3. С. 404–412.
3. Митрофанов Д.П. Химический состав лесных растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 119 с.
4. Karlsson P.S. and Nordel K.O. Intraspecific variation in nitrogen status and photosynthetic capacity within mountain birch populations // Holarct Ecol. 1988. С. 293–297.
5. Weih Martin and P. Staffan Karlsson. Growth response of altitudinal ecotypes of mountain birch to temperature and fertilization // Ecologia. 1999. С. 16–23.
6. Динамика подгольцовых древостоев на склонах Серебрянского Камня (Северный Урал) в последние столетия / П.А. Моисеев, А.А. Баргыш, А.В. Горяева, Н.Б. Кошкина, З.Я. Нагимов, В.А. Галако. Красноярск: Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2008. XXV, № 1–2. С. 21–27.
7. Методическое руководство по ускоренному анализу золы растений и определению азота / Карел. науч. центр АН СССР, Ин-т леса. Петрозаводск, 1990. 45 с.
8. Коровин А.И., Сычева З.Ф., Барская Т.А. Влияние температуры почвы в онтогенезе растений на поглощение ими фосфора и азота // Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений. М., 1964. С. 311–313.
9. Лавриченко В.М., Журбицкий З.И. Соотношение элементов питания в растениях как видовое генотипическое явление // Агрохимия. 1976. № 9. С. 135–141.
10. Chapin et al. The ecology and economics of storage in plants // Annu Rev. Ecol. Syst. 1990. С. 423–447.

Bibliography

1. Belyaev AB, Shcheglov DI The leaf diagnostics of the productivity of tree species // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. 2012. № 2. P. 125–131.
2. Vakhmistrov D.B., Vorontsov V.A. The selective capacity of plants is not aimed at ensuring their maximum growth // Physiology of plants. 1997. P. 44, № 3. P. 404–412.
3. Mitrofanov D.P. Chemical composition of forest plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1977. 119 p.
4. Karlsson P.S. and Nordel K.O. Intraspecific variation in nitrogen status and photosynthetic capacity within mountain birch populations // Holarct Ecol. 1988. P. 293–297.
5. Weih Martin and P. Staffan Karlsson. Growth response of altitudinal ecotypes of mountain birch to temperature and fertilization // Ecologia. 1999. P. 16–23.
6. The dynamics of the podgoltsovy stands on the slopes of the Serebryansky Stone (Northern Urals) in the last centuries / P.A. Moiseev, A.A. Bartys, A.V. Goryaeva, N.B. Koshkin, Z.Y. Nagimov, V.A. Galako. Krasnoyarsk: Siberian state univ. of science and technology named after academician M.F. Reshetnev, 2008. XXV, № 1–2. P. 21–27.
7. Methodological guidelines for accelerated analysis of plant ash and nitrogen determination / Karel. Scientific tsentr an SSSR, Institute of forest. Petrozavodsk, 1990. 45 p.

8. Korovin A.I., Sycheva Z.F., Barskaya T.A. Influence of soil temperature in plant ontogeny on the absorption of phosphorus and nitrogen by them // The role of mineral elements in the metabolism and productivity of plants. M., 1964. P. 311–313.
9. Lavrichenko V.M., Zhurbitsky Z.I. The ratio of nutrients in plants as a species genotypic phenomenon // Agrochemistry. 1976. № 9. P. 135–141.
10. Chapin et al. The ecology and economics of storage in plants // Annu Rev. Ecol. Syst. 1990. P. 423–447.

УДК 630*173/174: 631.811.98

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА НА СОСНУ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ПРИ ПЕСТИЦИДНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ

С.К. СТЕЦЕНКО – кандидат биологических наук,
научный сотрудник лаборатории лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: stets_s@mail.ru*

Е.М. АНДРЕЕВА – кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаборатории лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: e_m_andreeva@mail.ru*

Г.Г. ТЕРЕХОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: terekhov_g_g@mail.ru*

* ФБГУН Ботанический сад Уральского отделения РАН, 620134,
Россия, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а; тел.: +7(343) 322-56-31.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, проростки, сеянцы, лесной питомник, Вэрва, раундап, глифосат.

Одним из важных факторов успешного искусственного лесовосстановления является качественный посадочный материал. Интенсивные технологии получения сеянцев в лесных питомниках основаны на применении различных высокоактивных средств химического ухода, таких как пестициды и стимуляторы роста. Использование биостимуляторов в питомниках, где для борьбы с сорной растительностью применяют гербициды, может оказывать на сеянцы дополнительное влияние, характер которого пока неизвестен. Цель работы – изучение совместного применения пестицида раундап и биостимулятора Вэрва на сосну (*Pinus sylvestris* L.) на начальных стадиях роста.

В лабораторных условиях при выращивании сеянцев на агар-агаре показано, что снижение длины проростков при одновременном присутствии в среде препарата Вэрва и раундапа происходит за счет уменьшения длины корня.

Почвенные условия оказывают существенное влияние на характер совместного воздействия раундапа и стимулятора в отношении сосны, приводя к снижению активности гербицида вследствие его быстрой адсорбции и увеличению высоты стволика. В полевом эксперименте применение биостимулятора на загрязненном фоне привело к увеличению доли аномальных сеянцев по сравнению с таковым на контроле. Сделано заключение о необходимости дальнейших исследований эффективности и разработки регламента применения стимуляторов роста в загрязненной пестицидами почве лесных питомников.
