



DOI 10.21178/2079-6080.2022.1.59

УДК: 630\*232.12:582.475.2

## Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область видов и форм березы

© Р.Н. Бабаев<sup>1</sup>, Н.Н. Бессчетнова<sup>2</sup>, В.П. Бессчетнов<sup>2</sup>

---

### The content and balance of spare substances in shoots of native and introduced birch species and forms in the Nizhny Novgorod region

**R.N. Babaev, N.N. Besschetnova, V.P. Besschetnov** (Union of Forest Owners of the Nizhny Novgorod region; Nizhny Novgorod State Agricultural Academy)

The content and ratio of starch and fats in annual shoots of 10 representatives of the genus birch (*Betula* L.) were studied, including 1 native for the Nizhny Novgorod region (*B. pendula*) and 9 introduced species. The objects of research are concentrated in the Botanical Garden of the National Research Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky. The work was carried out in July 2020. Three shoots were cut from 3 accounting plants of each biological form – from the periphery of the middle tier of a well-lit section of the crown of trees. Cross sections were prepared from the central part of the shoots for further microscopic studies. When determining the content of spare substances, standard laboratory methods of histochemical analysis were used, which is used to study the biological characteristics of tree and shrub species, including birch, genotypic differences between the studied samples in terms of the content and balance of spare substances were revealed. The largest amount of these spare substances was noted in *B. dahurica* ( $27.44 \pm 1.002$  points) and *B. papyrifera* var. *subcordata* ( $27.44 \pm 1.823$  points), and the smallest – in *B. lenta* ( $13.22 \pm 0.708$  points). The maximum value of the heritability coefficient was  $89.4 \pm 1.20\%$  and was observed for the total starch content, the lowest  $41.6 \pm 6.58\%$  – for the total fat content. The obtained results indicate a noticeable genotypic conditionality of the differences between the studied species and forms of birch and correspond to the idea of the alignment of the growing conditions of species on the territory of the botanical garden and minimizing, in accordance with this, the influence of external factors on the differentiation of the analyzed plants according to the indicators taken into account. Among the introducers, the *B. pendula* var. *carelica* has the greatest similarity with the *B. pendula* in terms of the amount of spare substances and the proportion of the content of each of them, which determines its breeding potential for its introduction into the forest plantations of the Nizhny Novgorod region as the highest.

**Keywords:** birch, introduction, spare substances, starch, fats, histochemical analysis

**Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область видов и форм березы**

**Р.Н. Бабаев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов**

Исследовано содержание и соотношение крахмала и жиров в однолетних побегах 10 представителей рода Береза (*Betula* L.), в том числе 1 аборигенного для Нижегородской области (береза повислая) и 9 интродуцированных видов. Объекты исследований сосредоточены в Ботаническом саду «Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского». Работы проводились в июле 2020 года. С 3-х учетных растений каждой биологической формы срезалось по 3 побега – с периферии среднего яруса хорошо освещенного участка кроны деревьев. Из центральной части побегов готовили поперечные срезы для дальнейших микроскопических исследований. При определении содержания запасных веществ использовались стандартные лабораторные методы гистохимического анализа, который применяют при изучении биологических особенностей древесно-кустарниковых видов, в том числе березы. Выявлены генотипические различия между исследуемыми образцами по содержанию и балансу запасных веществ. Наибольшее суммарное их количество содержится в побегах Б. даурской ( $27,44 \pm 1,002$  балла) и Б. полусердцевидной ( $27,44 \pm 1,823$  балла), а наименьшее – у Б. вишневой ( $13,22 \pm 0,708$  балла). Максимальное значение коэффициента наследуемости составило  $89,4 \pm 1,20$  % и наблюдалось по суммарному содержанию крахмала, наименьшее –  $41,6 \pm 6,58$  % – по суммарному содержанию жиров. Полученные результаты свидетельствуют о заметной генотипической обусловленности различий между исследуемыми видами и формами березы и соответствуют представлению о выровненности условий произрастания видов на территории ботанического сада и минимизации в соответствии с этим влияния внешних факторов на дифференциацию анализируемых растений по учитываемым показателям. Среди интродуцентов наибольшим сходством с березой повислой по сумме запасных веществ и по доле содержания каждого из них обладает береза карельская, что определяет ее селекционный потенциал для внедрения в лесные насаждения Нижегородской области как наиболее высокий.

**Ключевые слова:** береза, интродукция, запасные вещества, крахмал, жиры, гистохимический анализ

Бабаев Рамис Натигович – заместитель генерального директора  
E-mail: Lp-ram17@yandex.ru

Бессчетнова Наталья Николаевна – декан факультета лесного хозяйства, д-р с.-х. наук, доцент  
E-mail: besschetnova1966@mail.ru

Бессчетнов Владимир Петрович – зав. каф. лесных культур, д-р биол. наук, профессор

<sup>1</sup>Союз лесовладельцев Нижегородской области  
603005, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, дом 9, офис 203  
E-mail: souzlesnn@yandex.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»  
603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97  
E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

### Введение

Одной из важнейших задач государственной стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года является повышение продуктивности и улучшение породного состава лесов на землях различного целевого назначения. Достичь требуемых результатов возможно во многом благодаря интродукции, а также селекционному совершенствованию основных лесобразующих пород, сохранению их биологического разнообразия и внутривидового полиморфизма. В Российской Федерации, в частности в Нижегородской области, к их числу можно отнести представителей рода береза (*Betula L.*). Виды и формы, входящие в таксономическую систему данного рода, регулярно находятся в поле зрения отечественных [1–4, 22, 23, 25, 26] и иностранных [36–38] специалистов. Предметом систематических и разносторонних исследований становятся их устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, ценные свойства древесины и различные средообразующие функции, определяющие её экологическую, хозяйственную и экономическую значимость [1–4, 22, 23, 25, 26, 36, 37]. В соответствии с лесным планом Нижегородской области, утвержденным указом Губернатора Нижегородской области от 27 декабря 2018 года № 179, березовые насаждения занимают более 1,4 млн га (40,5 %) земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью. На территории Нижегородской области произрастают естественные насаждения березы повислой (*Betula pendula Roth.*) и березы пушистой (*Betula pubescens Ehrh.*), созданы полезащитные лесные полосы, лесные культуры и объекты озеленения с участием этой породы [2–4]. Физиологическое состояние древесно-кустарниковых растений оказывает значительное влияние на их устойчивость и продуктивность, определяет степень их адаптации к сложившимся условиям среды и, как следствие, селекционный потенциал и ценность интродукции [5–7, 12, 16, 19, 34, 35]. Наличие крахмала в тканях растения выступает показателем его готовности к осуществлению

роста, репродукции, лигнификации ксилемы и пр. Присутствие жиров служит индикатором готовности к преодолению неблагоприятных факторов зимы и, прежде всего, связано с морозоустойчивостью древесных видов [27–29]. Содержание крахмала и жиров в тканях растительных организмов взаимосвязано, а их динамика имеет встречно-противоположную направленность [9, 11, 13, 15, 17, 19–21, 27–29]. Жиры накапливаются за счет крахмала осенью и зимой, весной снова превращаются в углеводы, а их суммарное содержание определяет общий энергетический потенциал растений [27–29]. В такой ситуации весьма полезно получить сравнительные оценки представителей исследуемых видов по суммарному запасу указанных веществ, их балансу и доле в общем запасе метаболитов, как важных характеристик наличия в тканях запасных веществ. Поскольку наличие как крахмала, так и жиров видоспецифично, то видоспецифичным можно признать их суммарное количество и баланс между ними. В сравнительной оценке физиологического состояния сравниваемых между собой представителей рода Берез указанные показатели могут иметь вполне информативное значение. Исследования физиологии древесно-кустарниковых растений невозможно отделить от всестороннего изучения их биологии [18, 34]. Вышеизложенное напрямую относится к листовым породам, распространенным в Среднем Поволжье и Нижегородской области [1–4, 9–11, 21, 25], включая представителей рода береза [1–4, 25]. Фенотипические проявления содержания и баланса запасных веществ в их тканях находится под выраженным контролем со стороны гено-типа, что подтверждается рядом публикаций [5, 13–15, 17, 18, 20]. Вместе с тем проведенные и накопленные в этом направлении сведения требуют дальнейшей проработки и детализации.

Цель выполненной нами работы – получение сравнительной оценки различных видов и форм, входящих в таксономическую систему рода Береза, по содержанию и соотношению крахмала и жиров в тканях годичных побегов.

**Материалы и методы исследований**

Объектами исследований служили виды и формы представителей рода береза (*Betula* L.), сосредоточенные в Ботаническом саду ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». В состав ботанического сада входит 1 аборигенный вид – береза повислая (*Betula pendula* Roth.) и 9 интродуцированных видов и форм: береза повислая Юнга (*Betula pendula Youngii* (Th. Moore) Schneid.), береза повислая пурпурная (*Betula pendula purpurea* (Andre) Schneid.), береза Эрмана, или береза каменная (*Betula Ermanii* Cham.), береза карельская (*Betula pendula* var. *carelica* Merckl.), береза даурская, или береза чёрная (*Betula dahurica* Pall.), береза вишневая (*Betula lenta* L.), береза белая китайская (*Betula albosinensis* Burk.), береза полусердцевидная (*B. papyrifera* var. *subcordata* (Rydb.) Sarg.), береза Радде (*Betula Raddeana* Trautv.).

Методология работы базировалась на принципах единственного логического различия, типичности, пригодности и целесообразности опыта. При этом соблюдали требования к типичности, пригодности и надежности опыта. Исследования производились в июле 2020 года. Было выбрано по 3 дерева каждого вида и формы возрастом 45 лет, с них срезалось по 3 побега. Материал заготавливался одновременно с периферии среднего яруса хорошо освещенного участка кроны деревьев. Из их центральной части готовили поперечные срезы для дальнейших микроскопиче-

ских исследований с помощью оптического микроскопа «Микмед-1».

Для определения содержания в растительных клетках запасных веществ использовали лабораторные методы гистохимического анализа, который широко и традиционно применяют при изучении биологических особенностей древесно-кустарниковых видов [8, 13–15, 17, 18, 20, 24, 34], в том числе березы [2–4]. Наличие крахмала выявляли раствором Люголя, присутствие жиров фиксировали по реакции на Судан-III, количественную оценку их содержания давали в условных баллах [2, 4, 5, 8, 13, 15, 18, 19]. Принятая организационно-методическая схема опыта была неоднократно апробирована в работе с широким перечнем видов древесных и кустарниковых растений, подтвердив свою высокую эффективность [2, 4, 5, 8, 13, 15, 18, 19]. Статистический и дисперсионный анализ выполняли по общепринятым методикам с использованием вычислительных алгоритмов для электронных таблиц Excel, разработанных авторами [5, 13–15, 17, 18, 20].

**Результаты и их обсуждение**

Установлена изменчивость представителей видов и форм березы по фенотипическим проявлениям показателей содержания и соотношения запасных веществ в тканях побегов. В таблице 1 приведены данные, характеризующие суммарное содержание запасных питательных веществ в побегах исследуемых видов и форм березы, а также количество крахмала и жиров по отдельности и их соотношение между собой.

Таблица 1  
Содержание и соотношение количества запасных веществ в тканях побегов исследуемых видов и форм березы

Вид березы	$M \pm m$	$\sigma$	max	min	$\Delta_{lim}$	$C_v, \%$	$t$	$P, \%$
Суммарное содержание крахмала и жиров, баллы								
Б. повислая	$23,72 \pm 0,838$	2,51	27,50	20,50	7,00	10,60	28,31	3,53
Б. пурпурная	$17,33 \pm 1,127$	3,38	21,00	11,50	9,50	19,51	24,86	6,50
Б. каменная	$14,50 \pm 0,583$	1,75	16,50	12,00	4,50	12,07	24,86	4,02

Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область

Б. Юнга	13,44 ± 0,632	1,89	16,00	11,00	5,00	14,09	21,29	4,70
Б. карельская	23,89 ± 0,960	2,88	28,50	19,50	9,00	12,06	24,88	4,02
Б. даурская	27,44 ± 1,002	3,00	32,50	23,00	9,50	10,95	27,40	3,65
Б. вишневая	13,22 ± 0,708	2,12	16,00	9,50	6,50	16,06	18,68	5,35
Б. китайская	19,17 ± 1,776	5,33	29,50	14,50	15,00	27,79	10,79	9,26
Б. полусердцевидная	27,44 ± 1,823	5,47	34,00	20,00	14,00	19,93	15,06	6,64
Б. Радде	24,72 ± 0,791	2,37	27,50	21,00	6,50	9,60	31,25	3,20
Total	20,49 ± 0,657	6,24	34,00	9,50	24,50	30,44	31,17	3,21
Доля крахмала в общем содержании запасных веществ								
Б. повислая	0,59 ± 0,024	0,07	0,74	0,50	0,24	12,05	24,89	4,02
Б. пурпурная	0,29 ± 0,023	0,07	0,39	0,21	0,18	23,71	22,60	7,90
Б. каменная	0,36 ± 0,016	0,05	0,44	0,30	0,14	13,27	22,60	4,42
Б. Юнга	0,38 ± 0,017	0,05	0,48	0,30	0,18	13,18	22,76	4,39
Б. карельская	0,61 ± 0,009	0,03	0,64	0,56	0,08	4,67	64,27	1,56
Б. даурская	0,53 ± 0,010	0,03	0,57	0,49	0,08	5,95	50,42	1,98
Б. вишневая	0,33 ± 0,019	0,06	0,41	0,26	0,15	17,35	17,29	5,78
Б. китайская	0,39 ± 0,028	0,08	0,51	0,24	0,28	21,80	13,76	7,27
Б. полусердцевидная	0,53 ± 0,021	0,06	0,62	0,41	0,21	12,25	24,49	4,08
Б. Радде	0,39 ± 0,023	0,07	0,48	0,30	0,18	17,55	17,10	5,85
Total	0,44 ± 0,013	0,12	0,74	0,21	0,52	27,69	34,26	2,92
Доля жиров в общем содержании запасных веществ								
Б. повислая	0,41 ± 0,024	0,07	0,50	0,26	0,24	17,33	17,31	5,78
Б. пурпурная	0,71 ± 0,023	0,07	0,79	0,61	0,18	9,64	39,63	3,21
Б. каменная	0,64 ± 0,016	0,05	0,70	0,56	0,14	7,57	39,63	2,52
Б. Юнга	0,62 ± 0,017	0,05	0,70	0,52	0,18	8,08	37,12	2,69
Б. карельская	0,39 ± 0,009	0,03	0,44	0,36	0,08	7,19	41,71	2,40
Б. даурская	0,47 ± 0,010	0,03	0,51	0,43	0,08	6,62	45,33	2,21
Б. вишневая	0,67 ± 0,019	0,06	0,74	0,59	0,15	8,52	35,22	2,84
Б. китайская	0,61 ± 0,028	0,08	0,76	0,49	0,28	13,82	21,70	4,61
Б. полусердцевидная	0,47 ± 0,021	0,06	0,59	0,38	0,21	13,54	22,16	4,51
Б. Радде	0,61 ± 0,023	0,07	0,70	0,52	0,18	11,32	26,51	3,77
Total	0,56 ± 0,013	0,12	0,79	0,26	0,52	21,66	43,79	2,28
Соотношение содержания крахмала и жиров								
Б. повислая	1,52 ± 0,182	0,55	2,82	1,00	1,82	35,90	8,36	11,97
Б. пурпурная	0,42 ± 0,047	0,14	0,64	0,27	0,37	33,90	14,22	11,30
Б. каменная	0,58 ± 0,041	0,12	0,78	0,43	0,35	21,10	14,22	7,03
Б. Юнга	0,62 ± 0,046	0,14	0,92	0,43	0,49	22,15	13,55	7,38
Б. карельская	1,55 ± 0,060	0,18	1,81	1,29	0,52	11,67	25,71	3,89
Б. даурская	1,12 ± 0,047	0,14	1,32	0,96	0,36	12,59	23,82	4,20

Б. вишневая	0,50 ± 0,043	0,13	0,69	0,35	0,34	25,97	11,55	8,66
Б. китайская	0,66 ± 0,076	0,23	1,06	0,31	0,75	34,32	8,74	11,44
Б. полусердцевидная	1,14 ± 0,093	0,28	1,63	0,70	0,93	24,63	12,18	8,21
Б. Радде	0,66 ± 0,062	0,19	0,92	0,43	0,49	28,22	10,63	9,41
Total	0,88 ± 0,049	0,46	2,82	0,27	2,55	52,70	18,00	5,56

## Примечания.

1) Расчеты проводились по 9 образцам в каждом варианте, всего в опытах использовалось 90 образцов.

2)  $M \pm m$  – среднее значение и ошибка репрезентативности выборочного среднего (абсолютная ошибка);  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;  $\max$  – максимальное значение анализируемого показателя;  $\min$  – минимальное значение анализируемого показателя;  $\Delta\lim$  – размах изменчивости, или диапазон значений анализируемого показателя;  $Cv, \%$  – коэффициент изменчивости значений анализируемого показателя;  $t_{05}$  – критерий Стьюдента при 5 %-ном уровне значимости;  $P$  – точность опыта, или относительная ошибка (номер варианта совпадает с порядковым номером вида).

3) Total – обобщенное среднее значение для всего массива данных по исследуемому признаку (для 90 образцов).

Исследуемые представители рода Береза проявили неоднородность по суммарному содержанию крахмала и жиров в тканях своих побегов. Наибольшее количество запасных питательных веществ отмечено у Б. даурской ( $27,44 \pm 1,002$  балла) и Б. полусердцевидной ( $27,44 \pm 1,823$  балла), а наименьшее – у Б. вишневой ( $13,22 \pm 0,708$  балла). При этом аборигенная порода по оцениваемому признаку находится среди видов, имеющих высокие показатели ( $23,72 \pm 0,838$  балла). В представленных оценках наибольшее среднее превышает соответствующий минимум в 2,08 раза, или на 14,22 балла, а обобщенное для всего массива данных среднее значение составило  $20,49 \pm 0,657$  балла.

При оценке показателей по доле содержания крахмала наибольшие значения имеют Б. карельская ( $0,61 \pm 0,009$ ) и аборигенный вид – Б. повислая ( $0,59 \pm 0,024$ ), наименьшее – Б. пурпурная ( $0,29 \pm 0,023$ ). Характеристики остальных учетных видов и форм в той или иной степени приближались к обобщенному среднему, которое составило  $0,44 \pm 0,013$ . Превышение наибольшей оценки среднего относительно наименьшей составило 0,32 единицы или в 2,1 раза.

По доле содержания жиров сложилась обратная картина, и наиболее высокие показатели наблюдаются у Б. пурпурной ( $0,71 \pm 0,023$ ), аборигенная порода ей значительно уступает ( $0,41 \pm 0,024$ ) и имеет значения, близкие к минимальному – у березы карельской ( $0,39 \pm 0,009$ ).

В статистическом плане полученный материал можно отнести к достоверному и вполне надежному. Опытные  $t$ -критерии Стьюдента намного превышают критическое значение, равное 1,99 при 5 %-ном уровне значимости. Однако относительная ошибка (точность опыта) не превысила 5 % только в 57 % случаев. Данное обстоятельство связано с ограниченным числом определений при существующем уровне дисперсии признаков.

Поскольку зафиксированная неоднородность содержания запасных питательных веществ у исследуемых видов и форм проявилась на выровненном фоне условий местопроизрастания, ее причину в значительной мере можно связать с индивидуальными особенностями посадочного материала исследуемых деревьев, прежде всего со спецификой его генотипа. Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил это предположение (табл. 2).



Таблица 2

Существенность различий между видами и формами березы по содержанию и соотношению крахмала и жиров

Показатели	Критерий Фишера $F_{оп}$	Доля влияния фактора ( $h^2 \pm s_h^2$ )		Критерии различий	
		По Плохинскому [30–32]	По Снедекору [33]	$HCP_{05}$	$D_{05}$
Суммарное содержание крахмала	74,55	$0,894 \pm 0,0120$	$0,891 \pm 0,0123$	1,45	2,62
Суммарное содержание жиров	6,32	$0,416 \pm 0,0658$	$0,371 \pm 0,0707$	2,47	4,46
Суммарное содержание крахмала и жиров	26,03	$0,745 \pm 0,0286$	$0,736 \pm 0,0298$	3,07	5,53
Отношение содержания крахмала к содержанию жиров	27,18	$0,754 \pm 0,0277$	$0,744 \pm 0,0288$	0,22	0,40
Доля крахмала в его суммарном содержании с жирами	32,09	$0,783 \pm 0,0244$	$0,776 \pm 0,0253$	0,06	0,10
Доля жиров в их суммарном содержании с крахмалом	32,07	$0,783 \pm 0,0244$	$0,775 \pm 0,0253$	0,06	0,10

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения:  $F_{оп}$  – опытный критерий Фишера ( $F_{05/01} = 1,97/2,59$ );  $h^2 \pm s_h^2$  – доля влияния организованного фактора и ошибка доли влияния фактора;  $HCP_{05}$  – наименьшая существенная разность;  $D_{05}$  – критерий Тьюки.

Различия между сравниваемыми деревьями по всем анализируемым признакам оказались существенными. Опытные критерии Фишера, значительно превысившие минимально допустимые табличные значения как на 5-процентном, так и на 1-процентном уровне значимости. Наибольшие оценки в расчетах по алгоритму Плохинского [30–32] составили  $89,4 \pm 1,20$  % и наблюдались по суммарному содержанию крахмала, наименьшая –  $41,6 \pm 6,58$  % – по суммарному содержанию жиров. Выполнение расчетов по алгоритму Снедекора [33] дало сопоставимые оценки. Полученный результат свидетельствует о заметной генотипической обусловленности различий между исследуемыми видами и формами березы. Достигнутые оценки соответствуют представлению о выровненности условий произрастания видов на территории ботанического сада и минимизации в соответствии с этим влияния внешних факторов на дифференциацию анализируемых расте-

ний по учитываемому показателю. Вместе с тем выявлена чувствительность растений к влиянию внешних условий. Данное обстоятельство способно нивелировать разницу в показателях, которые имеют генотипическую природу.

#### Выводы

1. Полученные в ходе проведенного исследования результаты свидетельствуют о заметной генотипической обусловленности различий между исследуемыми видами и формами березы и соответствуют представлению о выровненности условий произрастания видов на территории ботанического сада и минимизации в соответствии с этим влияния внешних факторов на дифференциацию анализируемых растений по учитываемым показателям.

2. Статистические оценки содержания и соотношения количества запасных веществ в тканях побегов позволили выявить, что среди

интродуцентов наибольшим сходством по данным показателям с березой повислой (аборигенным видом) обладает береза карельская. Об этом свидетельствуют как интегральные показатели по сумме запасных веществ (*B. pendula* var. *carelica* –  $23,89 \pm 0,960$  балла; *B. pendula* –  $23,72 \pm 0,838$  балла), так и по доле содержания каждого из них: крахмал –  $0,61 \pm 0,009$  и  $0,59 \pm 0,024$ ; жиры –  $0,39 \pm 0,009$  и  $0,41 \pm 0,024$ , соответственно.

3. Достаточно высокие и близкие к аборигенному виду показатели суммарного содержания запасных веществ наблюдаются также у березы даурской ( $27,44 \pm 1,002$  бал-

ла), березы полусердцевидной ( $27,44 \pm 1,823$  балла) и березы Радде ( $24,72 \pm 0,791$  балла), однако крахмал в них содержится в меньшем количестве ( $0,53 \pm 0,010$ ;  $0,53 \pm 0,021$ ;  $0,39 \pm 0,023$ , соответственно) относительно березы повислой ( $0,59 \pm 0,024$ ). Как следствие, данные виды обладают меньшей адаптивной и резистентной способностью.

4. Перечисленные обстоятельства определяют селекционный потенциал березы карельской для ее внедрения в лесные насаждения Нижегородской области как наиболее высокий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабаев, Р.Н. Перспективы лесных культур березы карельской в Российской Федерации и Республике Беларусь / Р.Н. Бабаев, Н.Н. Бессчетнова // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года / Под общей редакцией Бессчетновой Н.Н. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2019. – С. 78–82.
2. Бабаев, Р.Н. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов березы в условиях интродукции / Р.Н. Бабаев // Рост и воспроизводство научных кадров в АПК: Сборник трудов по итогам Российской национальной научно-практической интернет-конференции для обучающихся и молодых ученых, Нижний Новгород, 19–20 декабря 2019 года / Под общей редакцией Н.Н. Бессчетновой. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2020. – С. 74–78.
3. Бабаев, Р.Н. Лигнификация ксилемы разных видов березы при интродукции в условиях Нижегородской области / Р.Н. Бабаев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – № 235. – С. 40–56. – DOI 10.21266/2079-4304.2021.235.40-56.
4. Бабаев, Р.Н. Содержание жиров в тканях побегов разных видов и форм березы в условиях интродукции / Р.Н. Бабаев // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2021. – № 60. – С. 100–104.
5. Бессчетнов, В.П. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа / В.П. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2012. – № 2 (326). – С. 58–64.
6. Бессчетнов, В.П. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной / В.П. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2013. – № 2 (332). – С. 45–52.
7. Бессчетнов, В.П. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой / В.П. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова, Е.А. Яханова, З.В. Горелова, А.А. Соколова, Е.Ж. Кентбаев, Б.А. Кентбаева, М.В. Шабалина // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2014, Т. 4. – С. 25–35.



8. Бессчетнов, В.П. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix Mill.*) в условиях Нижегородской области / В.П. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова, А.О. Есичев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – № 1 (361). – С. 9–17. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9.
9. Бессчетнов, П.В. Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок / П.В. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (48). – С. 5–10.
10. Бессчетнов, П.В. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus L.*) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане / П.В. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова, Е.Ж. Кентбаев, Б.А. Кентбаева // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общей редакцией Бессчетновой Н.Н. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2019. – С. 93–100.
11. Бессчетнов, П.В. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов / П.В. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3 (27). – С. 13–23.
12. Бессчетнова, Н.Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной / Н.Н. Бессчетнова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2008. – № 2. – С. 4–9.
13. Бессчетнова, Н.Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах / Н.Н. Бессчетнова // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2010. – № 2. – С. 49–56.
14. Бессчетнова, Н.Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной / Н.Н. Бессчетнова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2011. – № 28. – С. 15–19.
15. Бессчетнова, Н.Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной / Н.Н. Бессчетнова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2012. – № 4 (328). – С. 48–55.
16. Бессчетнова, Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы / Н.Н. Бессчетнова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 7. – С. 9–14.
17. Бессчетнова, Н.Н. Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по физиологическому состоянию побегов / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, В.Л. Черных // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 4 (28). – С. 35–49.
18. Бессчетнова, Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Эффективность отбора плюсовых деревьев / Н.Н. Бессчетнова – Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. – 464 с.
19. Бессчетнова, Н.Н. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов ели (*Picea A. Dietr.*) в условиях интродукции / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, А.В. Кулькова, И.В. Мишукова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2017. – № 4 (358). – С. 57–68. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57.
20. Бессчетнова, Н.Н. Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea l.*) в условиях Нижегородской области / Н.Н. Бессчетнова, А.В. Кулькова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 6 (372). – С. 52–61. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52.
21. Бессчетнова, Н.Н. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, П.В. Бессчетнов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – № 232. – С. 92–104. – DOI 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104.

22. Болондинский, В.К. Исследования фотосинтеза и транспирации у карельской березы и березы повислой / В.К. Болондинский, Е.С. Холопцева // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 3. – С. 173–178.
23. Ветчинникова, Л.В. Влияние ионов кадмия на прорастание семян карельской березы и березы повислой / Л.В. Ветчинникова, А.Ф. Титов // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2020. – № 3. – С. 130–137. – DOI 10.17076/eb1195.
24. Есичев, А.О. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix Mill*) при интродукции / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК: материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, Нижний Новгород, 15 декабря 2015 года. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2016. – С. 14–18.
25. Захаров, А.Б. Аномалии ветвления березы (*Betula*) в защитных лесных полосах автомагистралей / А.Б. Захаров, В.П. Бессчетнов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 5 (371). – С. 95–104. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.5.95.
26. Коновалов, В.Ф. Береза повислая на Южном Урале (Структура популяций, селекция и воспроизводство): специальность 06.03.01 “Лесные культуры, селекция, семеноводство”: дис. ... д-ра с.-х. наук / Коновалов Владимир Федорович. – Йошкар-Ола, 2003. – 503 с.
27. Крамер, П.Д. Физиология древесных растений: Пер. с англ. / П.Д. Крамер, Т.Т. Козловский. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 464 с.
28. Либберт, Э. Физиология растений: Перевод с нем. / Э. Либберт. – М. Мир, 1976. – 582 с.
29. Лир, Х. Физиология древесных растений: Пер. с нем. / Х. Лир, Г. Польстер, Г.-И. Фидлер. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 424 с.
30. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1961. – 364 с.
31. Плохинский, Н.А. Наследуемость / Н.А. Плохинский. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1964. – 195 с.
32. Плохинский, Н.А. Алгоритмы биометрии / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во Московского университета, 1967. – 82 с.
33. Снедекор, Дж.У. Статистические методы в применении исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: Перевод с англ. / Дж.У. Снедекор. – М.: Изд-во с.-х. лит., журн. и плакатов, 1961. – 503 с.
34. Kramer, P.J. The role of physiology in forestry / P.J. Kramer // The Forestry Chronicle. – 1956. – Vol. 32. – N 3. – pp. 297–308. – DOI: 10.5558/tfc32297-3.
35. Cherbuy, B. Internal remobilization of carbohydrates, lipids, nitrogen and phosphorus in the Mediterranean evergreen oak *Quercus ilex* / B. Cherbuy, R. Joffre, D. Gillon, S. Rambal // Tree Physiology. – 2001. – Vol. 21. – N 1. – pp. 9–17. DOI: 10.1093/treephys/21.1.9.
36. Matyssek, R. Tissue structure and respiration of stems of *Betula pendula* under contrasting ozone exposure and nutrition / R. Matyssek, M.S. Günthardt-Goerg, S. Maurer, R. Chris // Trees. – 2002. – Vol. 16. – pp. 375–385.
37. Wittmann, C. Temperature dependency of bark photosynthesis in beech (*Fagus sylvatica* L.) and birch (*Betula pendula* Roth.) trees / C. Wittmann, H. Pfantz // Journal of Experimental Botany. – 2007. – Vol. 58. – N 15/16. – pp. 4293–4306. DOI: 10.1093/jxb/erm313.
38. Xi-Yang, Zhao. Genetic stability analysis of introduced *Betula pendula*, *B. kirghisorum* and *B. pubescens* families in saline-alkali soil of northeastern China / Xi-Yang Zhao, Xiu-Yan Bian, Zhi-Xin Li, Xie-Wei Wang, Chehg-Jun Yang, Gui-Feng Liu, Jing Jiang, Kentbayev Y., Kentbayeva B., Chuan-Ping Yang // Scandinavian Journal of Forest Research. Taylor & Francis. – 2014. – N 4. – 26 p. base Thomson Reuters, Impact Factor (IF) – 2.0. Q1,81 %.

## REFERENCES

1. Babaev R.N., Besschetnova N.N. Perspektivy lesnyh kul'tur berezy karel'skoj v Rossijskoj Federacii i Respublike Belarus'. *Jekonomicheskie aspekty razvitija APK i lesnogo hozjajstva. Lesnoe hozjajstvo Sojuznogo gosudarstva Rossii i Belorussii: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Nizhnij Novgorod, 26 sentjabrja 2019 goda pod obshhej redakciej Besschetnovoj N.N.* Nizhnij Novgorod, Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Nizhegorodskaja gosudarstvennaja sel'skohozyajstvennaja akademija", 2019, pp. 78–82. (In Russian)
2. Babaev R.N. Soderzhanie krahmala v tkanjah pobegov raznyh vidov berezy v uslovijah introdukcii. *Rost i vosproizvodstvo nauchnyh kadrov v APK, Sbornik trudov po itogam Rossijskoj nacional'noj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii dlja obuchajushhijsja i molodyh uchenyh, Nizhnij Novgorod, 19–20 dekabrja 2019 goda. Pod obshhej redakciej N.N. Besschetnovoj.* Nizhnij Novgorod, Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Nizhegorodskaja gosudarstvennaja sel'skohozyajstvennaja akademija", 2020, pp. 74–78. (In Russian)
3. Babaev R.N., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Lignifikacija ksilemy raznyh vidov berezy pri introdukcii v uslovijah Nizhegorodskoj oblasti. *Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 2021, no. 235, pp. 40–56. DOI 10.21266/2079-4304.2021.235.40–56. (In Russian)
4. Babaev R.N. Soderzhanie zhirov v tkanjah pobegov raznyh vidov i form berezy v uslovijah introdukcii. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2021, no. 60, pp. 100–104. (In Russian)
5. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Selekcionnaya ocenka plyusovyh derev'ev sosny obyknovennoj metodami mnogomernogo analiza. *Lesnoj zhurnal*, 2012, no. 2/326, pp. 58–64. (In Russian)
6. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Obrazovanie i lignifikaciya ksilemy plyusovyh derev'ev sosny obyknovennoj. *Lesnoj zhurnal*, 2013, no. 2/332, pp. 45–52. (In Russian)
7. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Yahanova E.A., Gorelova Z.V., Sokolova A.A., Kentbaev E.Zh., Kentbaeva B.A., Shabalina M.V. Razvitie ksilemy i lignifikaciya eyo kletok u seyancev sosny s otkrytoj i zakrytoj kornevoj sistemoj. *Vestnik Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2014, vol. 4, pp. 25–35. (In Russian)
8. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Yesichev A.O. Ocenka fiziologicheskogo sostoyaniya predstavitelej roda listvennica (*Larix* Mill.) v uslovijah Nizhegorodskoj oblasti. *Lesnoj zhurnal*, 2018, no. 1, pp. 9–17. DOI: 10.17238/issn 0536-1036. 2018.1.9. (In Russian)
9. Besschetnov P.V., Besschetnova N.N. Korreljacija parametrov listovogo apparata topolej v uslovijah gorodskih posadok. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, no. 1 (48), pp. 5–10. (In Russian)
10. Besschetnov P.V., Besschetnova N.N., Kentbaev E.Zh., Kentbaeva B.A. Sostojanie i perspektivy ispol'zovaniya predstavitelej roda topol' (*Populus* L.) v gorodskih posadkah v Rossii, Belarusi i Kazahstane. *Jekonomicheskie aspekty razvitija APK i lesnogo hozjajstva. Lesnoe hozjajstvo Sojuznogo gosudarstva Rossii i Belorussii. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Nizhnij Novgorod, 26 sentjabrja 2019 goda. Pod obshhej redakciej Besschetnovoj N.N.* Nizhnij Novgorod, FGBOU VO Nizhegorodskaja GSHA, 2019, pp. 93–100. (In Russian)
11. Besschetnov P.V., Besschetnova N.N. Vidospecifichnost' topolej po sodержaniyu zhirov v tkanyah pobegov. *Vestnik Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2020, no. 3 (27), pp. 13–23. (In Russian)
12. Besschetnova N.N. Skorost' sezonnogo rosta ksilemy v godichnyh pobegah klonov plyusovyh derev'ev sosny obyknovennoj. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoj vestnik*, 2008, no. 2 (59), pp. 4–10. (In Russian)

13. Besschetnova N.N. Sravnitel'naya ocenka plyusovyh derev'ev sosny obyknovЕННОj po sodержaniyu krahmala v pobegah. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*, 2010, no. 2 (9), pp. 49–55. (In Russian)
14. Besschetnova N.N. Soderzhanie vodorastvorimyh saharov v kletkah pobegov plyusovyh derev'ev sosny obyknovЕННОj. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. Pod obshchej redakciej E.A. Pamfilova: Sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. Vol. 28. Bryansk: BGTA, 2011,? pp. 15–19. (In Russian)
15. Besschetnova N.N. Soderzhanie zhirov v kletkah pobegov plyusovyh derev'ev sosny obyknovЕННОj. *Lesnoj zhurnal*, 2012, no. 4/328, pp. 48–55. (In Russian)
16. Besschetnova N.N. Mnogomernaya ocenka plyusovyh derev'ev sosny po stepeni razvitiya ksilemy. *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. Estestvennye, tekhnicheskie, ekonomicheskie nauki*, 2012, no. 7, pp. 9–14. (In Russian)
17. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Chernyh V.L. Genotipicheskoe neskhodstvo plyusovyh derev'ev sosny obyknovЕННОj (*Pinus sylvestris* L.) po fiziologicheskomu sostoyaniyu pobegov. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*, 2015, no. 4 (28), pp. 35–49. (In Russian)
18. Besschetnova N.N. Sosna obyknovENNaya (*Pinus sylvestris* L.). Effektivnost' otbora plyusovyh derev'ev. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2016, 464 p. (In Russian)
19. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kul'kova A.V., Mishukova I.V. Soderzhanie krahmala v tkanyah pobegov raznyh vidov eli (*Picea* A. Dietr.) v usloviyah introdukcii. *Lesnoj zhurnal*, 2017, no. 4, pp. 57–68. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57 (In Russian)
20. Besschetnova N.N., Kul'kova A.V. Soderzhanie zapasnyh pitatel'nyh veshchestv v kletkah tkanej godichnyh pobegov predstavitelej roda el' (*Picea* L.) v usloviyah Nizhegorodskoj oblasti. *Lesnoj zhurnal*, 2019, no. 6, pp. 52–61. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52 (In Russian)
21. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Besschetnov P.V. Soderzhanie i balans zapasnyh veshchestv v tkanyah pobegov topolej v Nizhegorodskom Povolzh'e. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 2020, vol. 232, pp. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104 (In Russian)
22. Bolondinskij V.K., Holopceva E.S. Issledovaniya fotosinteza i transpiracii u karel'skoj berezy i berezy povisloj. *Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2013, no. 3, pp. 173–178. (In Russian)
23. Vetchinnikova L.V., Titov A.F. Vlijanie ionov kadmija na prorastanie semjan karel'skoj berezy i berezy povisloj. *Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2020, no. 3, pp. 130–137. DOI 10.17076/eb1195. (In Russian)
24. Esichev A.O., Besschetnova N.N. Dinamika fiziologicheskogo sostoyaniya predstavitelej roda listvennitsa (*Larix* Mill.) pri introdukcii. Innovacionnye razrabotki molodyh uchenyh v sfere APK. *Materialy Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh, posvyashchennoj 85-letiyu FGBOU VO Nizhegorodskaya GSKHA: Nizhnij Novgorod, 15 dekabrya 2015 goda*. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2016, pp. 14–18. (In Russian)
25. Zaharov A.B., Besschetnov V.P. Anomalii vetvleniya berezy (*Betula*) v zashhitnyh lesnyh polosah avtomagistralей. *Lesnoj zhurnal*, 2019, no. 5, pp. 95–104. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.95 (In Russian)
26. Konovalov V.F. Bereza povislaja na Juzhnom Urale (Struktura populjacij, selekcija i vosproizvodstvo): special'nost' 06.03.01 "Lesnye kul'tury, selekcija, semenovodstvo": dis. ... d-ra s.-h nauk. Joshkar-Ola, 2003. 503 p. (In Russian)
27. Kramer P.D., Kozlowskij T.T. Fiziologija drevesnyh rastenij. Moskow. 1983, 464 p. (In Russian)

28. Libbert E. Fiziologija rastenij. Moskow. 1976, 582 p. (In Russian)
29. Lir H., Pol'ster G., Fidler G.-I. Fiziologija drevesnyh rastenij. Moskow. 1974, 424 p. (In Russian)
30. Plohinskij N.A. Biometrija. Novosibirsk. 1961, 364 p. (In Russian)
31. Plohinskij N.A. Nasleduemost'. Novosibirsk. 1964, 195 p. (In Russian)
32. Plohinskij N.A. Algoritmy biometrii. Moskow. 1967, 82 p. (In Russian)
33. Snedekor Dj.U. Statisticheskie metody v primenении issledovanijam v sel'skom hozjajstve i biologii. Moskow. 1961. 503 p. (In Russian)
34. Kramer P.J. The role of physiology in forestry. *The Forestry Chronicle*, 1956, vol. 32, no. 3, pp. 297–308. DOI: 10.5558/tfc32297-3
35. Cherbuy B., Joffre R., Gillon D., Rambal S. Internal remobilization of carbohydrates, lipids, nitrogen and phosphorus in the Mediterranean evergreen oak *Quercus ilex*. *Tree Physiology*, 2001, vol. 21, no. 1, pp. 9–17. DOI: 10.1093/treephys/21.1.9
36. Matyssek R., Günthardt-Goerg M.S., Maurer S., Chris R. Tissue structure and respiration of stems of *Betula pendula* under contrasting ozone exposure and nutrition. *Trees*, 2002, vol. 16, pp. 375–385.
37. Wittmann C., Pfantz H. Temperature dependency of bark photosynthesis in beech (*Fagus sylvatica* L.) and birch (*Betula pendula* Roth.) trees. *Journal of Experimental Botany*, 2007, vol. 58, no. 5/16, pp. 4293–4306. DOI: 10.1093/jxb/erm313
38. Xi-Yang Zhao, Xiu-Yan Bian, Zhi-Xin Li, Xie-Wei Wang, Chehg-Jun Yang, Gui-Feng Liu, Jing Jiang, Kentbayev Y., Kentbayeva B., Chuan-Ping Yang. Genetic stability analysis of introduced *Betula pendula*, *B. kirghisorum* and *B. pubescens* families in saline-alkali soil of northeastern China. *Scandinavian Journal of Forest Research. Tailor & Francis*, 2014, no. 4, 26 p.

Статья поступила в редакцию 24.12.2021