

УДК 630*161.34+630*164.4+581.134
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52

СОДЕРЖАНИЕ ЗАПАСНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКАХ ТКАНЕЙ ГОДИЧНЫХ ПОБЕГОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ЕЛЬ (*Picea* L.) В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Н.Н. Бессчетнова, д-р с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [H-1343-2019](#),
ORCID: [0000-0002-7140-8797](#)*

*А.В. Кулькова, ст. преп., аспирант; ResearcherID: [G-9517-2019](#),
ORCID: [0000-0001-5200-233X](#)*

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, просп. Гагарина,
д. 97, г. Нижний Новгород, Россия, 603107; e-mail: kulkova12@gmail.com

Важнейшей проблемой современности является создание и поддержание экологически благоприятной среды на урбанизированных территориях. Одним из путей ее решения является адаптивная селекция видов деревьев и кустарников (как аборигенов, так и интродуцентов), используемых для зеленого строительства. Результативность данной работы зависит от применения научных знаний об эколого-физиологическом состоянии каждого вида. Это определяет необходимость оценки адаптационной способности исследуемых для озеленения видов. Большую роль в формировании и развитии древесных и кустарниковых растений, в том числе представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*), играет содержание запасных питательных веществ в тканях. Достаточное их количество способствует активному росту и развитию побега, укоренению черенков и устойчивости к неблагоприятным внешним факторам. Предметом исследования выступили два вида рода ель (*Picea A. Dietr.*): аборигенный вид – ель европейская (*Picea abies* L.) и интродуцент – ель колючая форма голубая (*Picea pungens* Engelm.). Содержание крахмала в клетках тканей годичных побегов выявляли качественной реакцией Люголя, жиры фиксировали Суданом III. После окрашивания соответствующими реактивами и фиксации срезы анализировали с помощью микроскопа. Оценка содержания запасных веществ давали на поперечном срезе побега по каждой учетной зоне отдельно и в сумме баллов по всем учетным зонам, используя предложенную нами 6-балльную шкалу. Установлено, что клетки тканей ели колючей форма голубая содержат больше запасных веществ, чем клетки тканей ели европейской, во все учетные даты. Существенность таких различий подтвердил двухфакторный дисперсионный анализ. Отмечена инерционность процессов фотосинтеза с изменением температуры. Установлено, что содержание жиров может служить индикатором состояния растения и готовности его к вегетационному периоду или переходу в состояние покоя. Полученные сведения позволяют оптимизировать процессы работы в питомниках и более эффективно укоренять черенки.

Для цитирования: Бессчетнова Н.Н., Кулькова А.В. Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea* L.) в условиях Нижегородской области // Лесн. журн. 2019. № 6. С. 52–61. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52

Ключевые слова: ель, содержание жиров, содержание крахмала, запасные питательные вещества, интродукция, урбанизированные территории.

Введение

Экологическая и эстетическая среда урбанизированных территорий в значительной степени определяется уровнем озеленения, который в том

числе характеризуется ассортиментным составом деревьев и кустарников, используемых в городских и пригородных насаждениях. Видовой состав дендрофлоры современных городов ограничен, особенно это касается хвойных, как аборигенов, так и традиционно используемых интродуцентов. Посадки из видов рода ель являются средством улучшения состава воздуха не только в части снижения уровня запыленности, но и насыщения его фитонцидами. Объекты озеленения различного целевого назначения, в состав которых входят виды елей, эффективно снижают уровень шума. Эти деревья представляют высокую декоративную ценность в течение всего года, отличаясь регулярной конусовидной формой кроны, хорошо вписываются в многоэтажную застройку. Высокую декоративность имеет окраска голубой формы ели колючей, которая способствует устойчивости растений к неблагоприятным условиям городской среды. Это немаловажно, поскольку не многие хвойные способны сохранять декоративность, а часто и жизнеспособность, под действием загрязнителей.

Ограниченное использование местных устойчивых форм видов елей, особенно при создании новых городских микрорайонов, связано с недостаточным производством семян и саженцев, что в свою очередь обусловлено низким уровнем технологий тиражирования и выращивания посадочного материала. Данная проблема вызвана, в том числе, малой изученностью особенностей физиологии видов елей, что не позволяет научно обоснованно устанавливать сроки заготовки черенков для укоренения, использовать маточные растения, отличающиеся высокой регенерационной способностью и устойчивостью. Объективной оценкой биологического состояния растительных организмов, в значительной степени влияющей на их способность к укоренению, может служить оценка содержания запасных веществ в клетках тканей черенков, представляющих собой однолетние побеги [2, 4–12, 16–19, 22].

Содержание жиров рассматривается как способность объектов адаптироваться к неблагоприятным факторам среды, определяющая их зимостойкость, засухоустойчивость и др. [10].

Присутствие крахмала в тканях побегов связывают с эффективностью фотосинтеза и устойчивостью растений к неблагоприятным природным факторам. Исследования в данном направлении проводятся достаточно активно [6, 7, 14, 15, 19–22].

Ели относятся в целом к трудно укореняемым видам. Поиск факторов, определяющих или способных диагностировать готовность растений к процессу укоренения, актуален для Нижегородской области.

Цель данной работы – оценка межвидовых различий аборигенного и интродуцированного видов ели по содержанию запасных питательных веществ в тканях побегов в условиях Нижегородской области как одного из индикаторов адаптационной способности.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили два вида рода ель (*Picea* A. Dietr.): аборигенный вид – ель европейская (*Picea abies* L.) и интродуцент – ель колючая форма голубая (*Picea pungens* Engelm). Исследованные деревья относятся

к одной возрастной категории, имеют семенное происхождение и территориально объединены. Нормально развитые приросты последнего года для препарирования заготавливали одновременно и равномерно с периферии среднего яруса хорошо освещенных участков кроны. Каждый вид представлен 15 деревьями, каждое дерево – 9 повторностями. Оценки проведены по трем учетам – 10 июля, 21 сентября, 20 октября 2015 г.

Из средней части побегов делали срезы, которые после окрашивания и фиксации анализировали с помощью микроскопа «Микмед-1». Наличие жиров и крахмала в клетках устанавливали дифференцированно по учетным зонам каждой из тканей: сердцевина; сердцевинные лучи; ксилема; прикамбиальная зона флоэмы; флоэма; смоляные ходы флоэмы; феллоген; корковая зона (зона паренхимных клеток, лежащая на периферии побега между феллогеном и внешней границей побега). Сравнительную оценку проводили по сумме средних значений балльных оценок всех учетных зон. В качестве контроля выступали неокрашенные срезы, с которыми сравнивали временные препараты, окрашенные тестирующими веществами [5]. Жиры фиксировали Суданом III, крахмал – качественной реакцией Люголя в соответствии с методами [13]. Была принята система балльной оценки содержания запасных веществ от 0 до 5 баллов [3–5, 8]. Статистический и дисперсионный анализы выполнены по общепринятым схемам, а также с использованием алгоритмов, разработанных авторами на кафедре лесных культур Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследуемые виды елей различались по показателям суммарного содержания каждого из оцениваемых запасных веществ в клетках тканей побегов (рис. 1, 2).

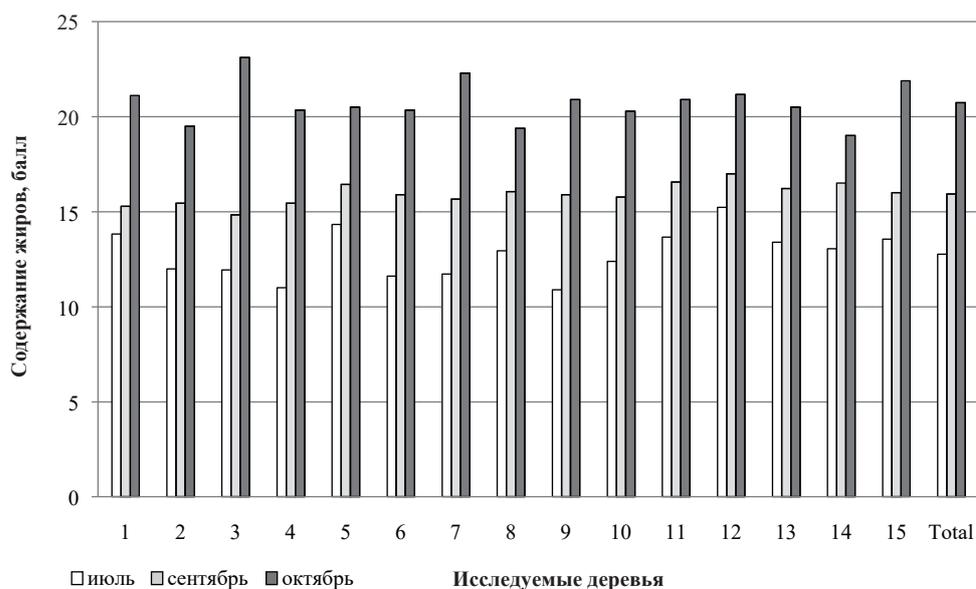


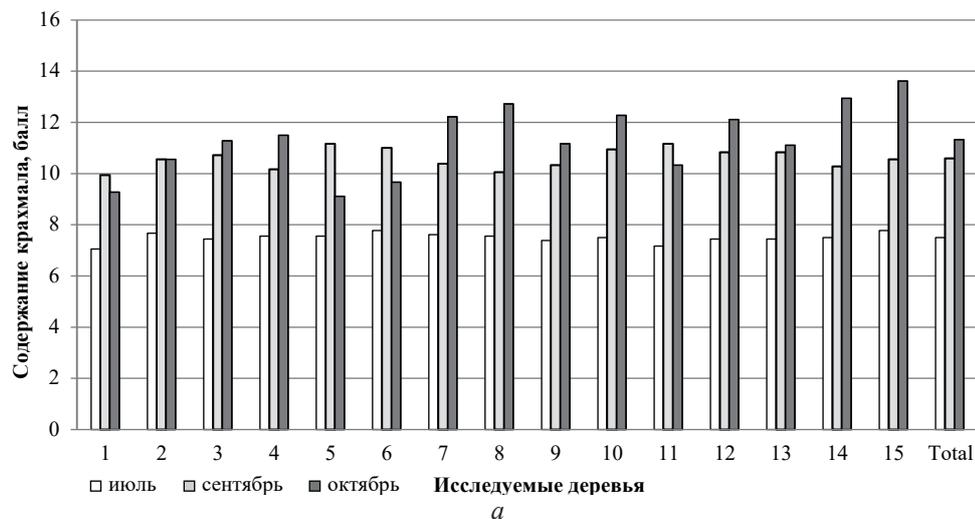


Рис. 1. Суммарное содержание жиров в клетках тканей годичных побегов (2015 г.):
a – ель колючая форма голубая; *б* – ель европейская

Fig. 1. The total fat content in the cells of annual shoot tissues (July, September, and October 2015): *a* – blue spruce, *б* – Norway spruce

На рис. 1, *a*, *б* видно, что с июля по октябрь происходило накопление жиров в клетках тканей годичных побегов у обоих видов. В целом накопление этого вещества по месяцам было равномерным. Количество жиров во все учетные даты у ели колючей форма голубая (рис. 1, *a*) было выше, чем у ели европейской (рис. 1, *б*). В июле у ели колючей форма голубая среднее значение суммарного содержания жиров по всем тканям составило 12,77 балла, у ели европейской – 11,18 балла, в сентябре соответственно по видам – 15,93 и 14,61 балла, в октябре – 20,74 и 16,30 балла. В пределах вида суммарное по тканям содержание данного запасного вещества оказалось мало дифференцированно.

По содержанию крахмала в клетках тканей побегов первого года просматривается та же тенденция – его количество возрастало (рис. 2, *a*, *б*).



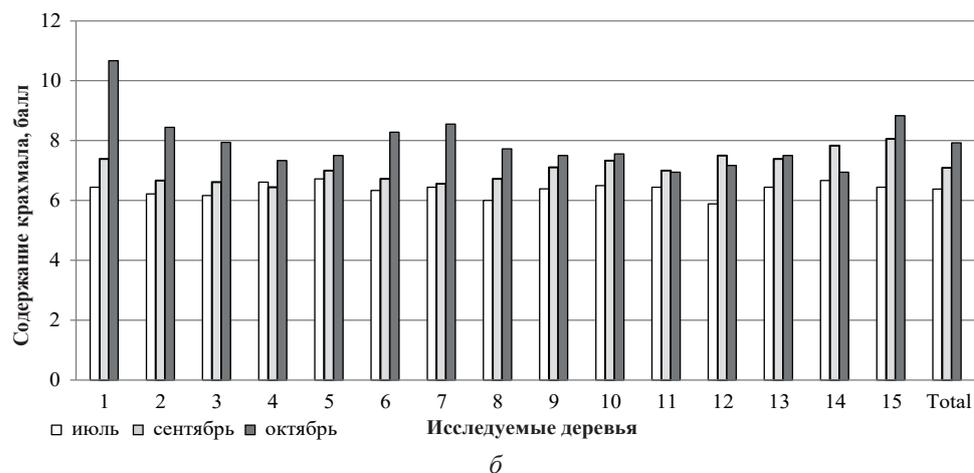


Рис. 2. Суммарное содержание крахмала в клетках тканей годичных побегов (2015 г.): а – ель колючая форма голубая; б – ель европейская

Fig. 2. The total starch content in the cells of annual shoot tissues (July, September, and October 2015): а – blue spruce; б – Norway spruce

В июле суммарное по тканям содержание крахмала в годичных побегах ели колючей форма голубая (рис. 2, а) составило 7,50 баллов, у ели европейской (рис. 2, б) – 6,38 баллов, в сентябре – соответственно по видам 10,60 и 7,10 баллов, в октябре – 11,33 и 7,93 баллов. В пределах вида по сравнению с показателями обобщенного среднего значения признака для всего исследуемого комплекса из 30 деревьев содержание крахмала имело незначительные расхождения.

Существенные различия между объектами комплекса зафиксировал проведенный двухфакторный независимый дисперсионный анализ. Фактором А выступала видовая принадлежность, фактором В – различия между генотипами отдельных деревьев. Результаты дисперсионного анализа приведены в таблице.

Результаты двухфакторного независимого анализа суммарного содержания запасных веществ в годичных побегах семенного потомства двух видов рода ель (*Picea pungens* Engelm. и *Picea abies* L.)

Показатель	Значение показателя	
	по Плохинскому	по Снедекору
<i>Среднее суммарное по тканям содержание жиров (июль 2015 г.)</i>		
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F _A)/критическое значение F ₀₅ (F ₀₁)	190,1/3,89(6,76)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F _B)/критическое значение F ₀₅ (F ₀₁)	12,0/1,74(2,17)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора В (F _{AB})/критическое значение F ₀₅ (F ₀₁)	6,17/1,74(2,17)	
Сила влияния фактора по фактору А (h _A), %	28	39
Сила влияния фактора по фактору В (h _B), %	24	17
Сила влияния фактора по фактору АВ (h _{AB}), %	13	16
Сила влияния фактора по фактору Z (h _Z), %	35	28
<i>Среднее суммарное по тканям содержание жиров (сентябрь 2015 г.)</i>		
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F _A)/критическое значение F ₀₅ (F ₀₁)	71,39/3,89(6,76)	

Продолжение таблицы

Показатель	Значение показателя	
	по Плохин-скому	по Снедекору
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_B)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	6,4/1,74(2,17)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора В (F_{AB})/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	2,85/1,74(2,17)	
Сила влияния фактора по фактору А (h_A), %	16	26
Сила влияния фактора по фактору В (h_B), %	20	15
Сила влияния фактора по фактору АВ (h_{AB}), %	9	10
Сила влияния фактора по фактору Z (h_Z), %	55	49
<i>Среднее суммарное по тканям содержание жиров (октябрь 2015 г.)</i>		
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_A)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	744,97/3,89(6,76)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_B)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	5,8/1,74(2,17)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора В (F_{AB})/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	4,38/1,74(2,17)	
Сила влияния фактора по фактору А (h_A), %	66	77
Сила влияния фактора по фактору В (h_B), %	7	4
Сила влияния фактора по фактору АВ (h_{AB}), %	6	5
Сила влияния фактора по фактору Z (h_Z), %	21	14
<i>Среднее суммарное по тканям содержание крахмала (июль 2015 г.)</i>		
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_A)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	377,5/3,89(6,76)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_B)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	1,8/1,74(2,17)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора В (F_{AB})/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	1,9/1,74(2,17)	
Сила влияния фактора по фактору А (h_A), %	56	71
Сила влияния фактора по фактору В (h_B), %	4	1
Сила влияния фактора по фактору АВ (h_{AB}), %	4	3
Сила влияния фактора по фактору Z (h_Z), %	36	25
<i>Среднее суммарное по тканям содержание крахмала (сентябрь 2015 г.)</i>		
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_A)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	1384,5/3,89(6,76)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_B)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	3,0/1,74(2,17)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора В (F_{AB})/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	2,86/1,74(2,17)	
Сила влияния фактора по фактору А (h_A), %	81	88
Сила влияния фактора по фактору В (h_B), %	3	1
Сила влияния фактора по фактору АВ (h_{AB}), %	2	2
Сила влияния фактора по фактору Z (h_Z), %	14	9
<i>Среднее суммарное по тканям содержание крахмала (октябрь 2015 г.)</i>		
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_A)/критическое значение $F_{05}(F_{01})$	858,17/3,89(6,76)	

Окончание таблицы

Показатель	Значение показателя	
	по Плохинскому	по Снедекору
Опытные значения критерия Фишера для фактора (F_B)/критическое значение $F_{05} (F_{01})$	10,16/1,74(2,17)	
Опытные значения критерия Фишера для фактора В (F_{AB})/критическое значение $F_{05} (F_{01})$	16,96/1,74(2,17)	
Сила влияния фактора по фактору А (h_A), %	58	66
Сила влияния фактора по фактору В (h_B), %	10	5
Сила влияния фактора по фактору АВ (h_{AB}), %	16	19
Сила влияния фактора по фактору Z (h_Z), %	16	10

Примечание. Фактор А – межвидовое различие исследуемых видов рода ель (*Picea pungens* Engelm. и *Picea abies* L.); фактор В – различия между деревьями внутри одного вида; фактор АВ – взаимодействие факторов А и В; фактор Z – средовая компонента, влияние независимого фактора.

Приведенные в таблице материалы показывают, что влияние всех факторов на 5 %-м уровне значимости достоверно, о чем свидетельствует величина опытных значений критерия Фишера, которые были выше критических.

Основное расхождение по суммарному по тканям содержанию жиров и крахмала в клетках тканей годовичных побегов определяет фактор А, т. е. межвидовое различие. Влияние факторов В (различия между деревьями) и АВ (взаимодействие факторов) выражено в меньшей степени; фактор Z (средовая компонента) оказывал значительное влияние на содержание запасных веществ в клетках тканей.

Отмечено, что более высокими показателями содержания запасных веществ характеризовалась ель колючая форма голубая. В среднем в клетках еи тканей содержится в 1,3 раза больше запасных веществ, чем у ели европейской. Это согласуется с литературными данными о том, что виды с широким климатическим ареалом в северной его части содержат больше жиров, чем в южной [6, 15].

При рассмотрении динамики запасных веществ обнаружено, что пик содержания крахмала у аборигенного вида (ель европейская) наступает в более ранние сроки – в конце лета. Ель колючая форма голубая (интродуцент) способна к накоплению крахмала более длительный период. Вместе с тем отмечена тенденция к возврату интенсивного вегетирования ели европейской теплой осенью.

Очевидно, что причиной роста содержания запасаемого крахмала, характерного преимущественно для периода активного роста, явилась специфическая погода в конце лета – начале осени в год исследований. В последней декаде августа отмечалась холодная погода (дневные температуры опускались до 9 °С) и только в середине сентября (с 14.09 по 30.09) установилось длительное потепление без осадков. Необходимо отметить инерционность процессов накопления запасных веществ и возникновение временного сдвига в его проявлении. Так, похолодание не моментально тормозит фотосинтез, а потепление также не мгновенно отражается на повышении накопления запасаемого крахмала.

Содержание жиров в клетках годовичных побегов может служить индикатором состояния покоя исследованных видов и, напротив, снижение жиров

в тканях может свидетельствовать о выходе растений из состояния покоя, что является важным показателем при заготовке черенков для укоренения. Увеличение содержания жиров в клетках тканей говорит о подготовке растения к неблагоприятным условиям зимнего сезона.

Заключение

Получены новые сведения о межвидовых различиях ели европейской и ели колючей форма голубая по суммарному содержанию основных запасных веществ в клетках тканей годичных побегов в период перехода растений к состоянию покоя в конце вегетационного периода. Зафиксировано наличие внутривидовой изменчивости исследуемых физиологических показателей. Определен уровень совместного влияния видовой и генотипической принадлежности на выявленные различия по содержанию жиров и крахмала в клетках тканей годичных побегов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Храмова О.Ю., Орнатский А.Н., Горелов Н.И. Дисперсионный анализ многоуровневых иерархических комплексов: метод. указания для студентов и аспирантов по специальности 25020165 – лесное хозяйство. Н. Новгород: НГСХА, 2012. 33 с. [Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Khramova O.Yu., Ornatskiy A.N., Gorelov N.I. *Analysis of Variance of Multilevel Hierarchical Systems: Methodology Guidelines*. Nizhny Novgorod, NNSAA Publ., 2012. 33 p.]

2. Бессчетнова Н.Н. Содержание запасных веществ и ход лигнификации в тканях побегов у вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного хозяйства Нижегородского Поволжья и пути их решения: сб. науч. ст. по материалам науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию НГСХА. Н. Новгород, 2005. С. 20–28. [Besschetnova N.N. The Content of Reserve Substances and Lignification Flow in the Tissues of Vegetative Progeny Shoots of Scots Pine Plus Trees. *Actual Forestry Issues of Nizhny Novgorod Region and Ways of Their Solution: Collection of Academic Papers Based on the Proceedings of the Scientific and Practical Conference Dedicated to the 75th Anniversary of NNSAA*. Nizhny Novgorod, 2005, pp. 20–28].

3. Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестн. МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2010. № 2. С. 49–56. [Besschetnova N.N. Comparative Estimation of Starch Content in the Sprouts of Scotch Pine Plus-Trees. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovaniye*, 2010, no. 2, pp. 49–56].

4. Бессчетнова Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Селекционный потенциал плюсовых деревьев. Саарбрюккен: Lap Lambert Academic Publishing, 2011. 412 с. [Besschetnova N.N. *Scots Pine (Pinus sylvestris L.). Plus Trees Breeding Potential*. Saarbrücken, Lap Lambert Academic Publishing, 2011. 412 p.]

5. Бессчетнова Н.Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесн. журн. 2012. № 4. С. 48–55. (Изв. высш. учеб. заведений). [Besschetnova N.N. Fat Content in Shoot Cells of Scotch Pine Elite Trees. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2012, no. 4, pp. 48–55]. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/a5f/bpbg6.pdf>

6. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кулькова А.В., Мишукова И.В. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов ели (*Picea* A. Dietr.) в условиях интродукции // Лесн. журн. 2017. № 4. С. 57–68. (Изв. высш. учеб. заведений). [Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kul'kova A.V., Mishukova I.V. Starch Content in Shoot Tissues of Different Spruce Species (*Picea* A. Dietr.) in Introduction. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2017, no. 4, pp. 57–68]. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2017.4.57](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.4.57); URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/3d8/besschetnova.pdf>

7. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кулькова А.В., Широков А.И. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителей рода ель (*Picea* A. Dietr.) // Вестн. Казан. ГАУ. 2018. Т. 13, № 2(49). С. 19–22. [Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kulkova A.V., Shirokov A.I. Correlation of Starch Content in Tissue of *Picea* A. Dietr. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], 2018, vol. 13, no. 2(49), pp. 19–22]. DOI: [10.12737/article_5b34ff5f201623.29401443](https://doi.org/10.12737/article_5b34ff5f201623.29401443); URL: <http://www.vestnik-kazgau.com/images/archive/2018/2/bechetnov.pdf>
8. Бессчетнова Н.Н., Кулькова А.В. Сравнительная оценка представителей рода ель (*Picea* L.) по содержанию жиров в тканях годичных побегов // Научные и инновационные разработки молодых ученых аграриев: сб. тр. молодых ученых НГСХА за 2014–2015 гг. Н. Новгород, 2015. С. 53–58. [Besschetnova N.N., Kulkova A.V. Comparative Evaluation of the Genus Spruce (*Picea* L.) Representatives by the Fat Content in Annual Shoot Tissues. *Scientific and Innovative Solutions of Young Agricultural Scientists: Collected Papers of Young Scientists of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy for 2014–2015*. Nizhny Novgorod, 2015, pp. 53–58].
9. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. Киев: Наук. думка, 1964. 388 с. [Grodzinskiy A.M., Grodzinskiy D.M. *Short Reference Book on Plant Physiology*. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1964. 388 p.].
10. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 462 с. [Kramer P.D., Kozlowski T.T. *Physiology of Woody Plants*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983. 462 p.].
11. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // Лесн. журн. 2018. № 6. С. 23–38. (Изв. высш. учеб. заведений). [Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Multivariable Analysis in the Assessment of Spruce Species Specificity (*Picea*). *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2018, no. 6, pp. 23–38]. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2018.6.23](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.6.23); URL: http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/c02/23_38.pdf
12. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 424 с. [Lir H., Polster G., Fidler G.I. *Physiology of Woody Plants*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1974. 424 p.].
13. Прозина Н.М. Ботаническая микротехника: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1960. 205 с. [Prozina N.M. *Botanical Microengineering: Educational Textbook*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1960. 205 p.].
14. Anderson U., Ievinsh G. Changes of Morphogenic Competence in Mature *Pinus sylvestris* L. Buds *in vitro*. *Annals of Botany*, 2002, vol. 90, iss. 2, pp. 293–298. DOI: [10.1093/aob/mcf176](https://doi.org/10.1093/aob/mcf176)
15. Brahim M.B., Loustau D., Gaudillère J.P., Saur E. Effects of Phosphate Deficiency on Photosynthesis and Accumulation of Starch and Soluble Sugars in 1-Year-Old Seedlings of Maritime Pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Annals of Forest Science*, 1996, vol. 53, no. 4, pp. 801–810. DOI: [10.1051/forest:19960401](https://doi.org/10.1051/forest:19960401)
16. Dover C., Ziegler P., Kandler O. Kalteresistenz der Fichte. I. Steuerung von Kalteresistenz, Kolenhydrat und Proteinstoffwechsel durch Protoperiode und Temperatur. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 1979, Bd. 92, N. 1, S. 225–241.
17. Eerikäinen K., Valkonen S., Saksa T. Ingrowth, Survival and Height Growth of Small Trees in Uneven-Aged *Picea abies* Stands in Southern Finland. *Forest Ecosystems*, 2014, vol. 1, art. 5. DOI: [10.1186/2197-5620-1-5](https://doi.org/10.1186/2197-5620-1-5)
18. Jiménez M.D., Pardos M., Puértolas J., Kleczkowski L.A., Pardos J.A. Deep Shade Alters the Acclimation Response to Moderate Water Stress in *Quercus suber* L. *Forestry*, 2009, vol. 82, iss. 3, pp. 285–298. DOI: [10.1093/forestry/cpp008](https://doi.org/10.1093/forestry/cpp008)
19. Mencuccini M., Hölttä T. The Significance of Phloem Transport for the Speed with which Canopy Photosynthesis and Belowground Respiration are Linked. *New Phytologist*, 2010, vol. 185, iss. 1, pp. 189–203. DOI: [10.1111/j.1469-8137.2009.03050.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03050.x)

20. Sauter J.J. Temperature-Induced Changes in Starch and Sugars in the Stem *Populus × canadensis «robusta»*. *Journal of Plant Physiology*, 1988, vol. 132, iss. 5, pp. 608–612. DOI: [10.1016/S0176-1617\(88\)80263-3](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(88)80263-3)

21. Schaberg P.G., Snyder M.C., Shane J.B., Donnelly J.R. Seasonal Patterns of Carbohydrate Reserves in Red Spruce Seedlings. *Tree Physiology*, 2000, vol. 20, iss. 8, pp. 549–555. DOI: [10.1093/treephys/20.8.549](https://doi.org/10.1093/treephys/20.8.549)

22. Woodruff D.R., Meinzer F.C. Water Stress, Shoot Growth and Storage of Non-Structural Carbohydrates along a Tree Height Gradient in a Tall Conifer. *Plant, Cell & Environment*, 2011, vol. 34, iss. 11, pp. 1920–1930. DOI: [10.1111/j.1365-3040.2011.02388.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02388.x)

THE CONTENT OF RESERVE NUTRIENTS IN THE CELLS OF ANNUAL SHOOT TISSUES OF THE REPRESENTATIVES OF THE SPRUCE (*Picea* L.) GENUS IN NIZHNY NOVGOROD REGION

N.N. Besschetnova, Doctor of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [H-1343-2019](https://orcid.org/0000-0002-7140-8797),
ORCID: [0000-0002-7140-8797](https://orcid.org/0000-0002-7140-8797)

A.V. Kul'kova, Senior Lecturer, Postgraduate Student; ResearcherID: [G-9517-2019](https://orcid.org/0000-0001-5200-233X),
ORCID: [0000-0001-5200-233X](https://orcid.org/0000-0001-5200-233X)

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, pr. Gagarina, 97, Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation; e-mail: kulkova12@gmail.com

The crucial issue of modern age is creation and maintenance of an ecologically friendly environment in urban areas. One of the ways of its solution is adaptive selection of tree and shrub species (both natives and exotic) used for green construction. The performance of this work depends on the application of scientific knowledge about the ecological and physiological state of each species. This determines the need for assessment of adaptive capacity of the species used for greening. An important role in the formation and development of trees and shrubs, including members of the spruce (*Picea* A. Dietr.) genus, plays the content of reserve nutrients in the tissues. A sufficient number of them promotes active growth and development of the shoot, rooting of cuttings and resistance to unfavorable external factors. The research subjects were two species of the spruce (*Picea* A. Dietr.) genus: indigenous species – Norway spruce (*Picea abies* L.) and introduced species – blue spruce (*Picea pungens* Engelm). The starch content in the cells of annual shoot tissues was revealed by qualitative reaction solution (Lugol's iodine); fats were recorded with Sudan III. After staining with appropriate reagents and fixation, cuts were analyzed with a microscope. The assessment of the reserve substances content was given on the cross-section of the scion for each accounting area separately and in the total score for all accounting areas using the 6-point scale we proposed. It was found that the cells of blue spruce tissues contain more reserve substances than the cells of Norway spruce tissues on all accounting dates. The significance of these differences was confirmed by the two-way analysis of variance. The inertia of photosynthesis with a change in temperature is noted. The fat content may be an indicator of the status of a plant and its readiness for the growing season or to transition into resting state. The data obtained allow optimizing the work in the nurseries and rooting of cuttings more effectively.

For citation: Besschetnova N.N., Kul'kova A.V. The Content of Reserve Nutrients in the Cells of Annual Shoot Tissues of the Representatives of the Spruce (*Picea* L.) Genus in Nizhny Novgorod Region. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2019, no. 6, pp. 52–61. DOI: [10.17238/issn0536-1036.2019.6.52](https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.52)

Keywords: spruce, fat content, starch content, reserve substances, introduction.

Поступила 22.01.19 / Received on January 22, 2019