

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ ПОЛЬСКОЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

М.А. Лавренов

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **С.Б. Васильев**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **В.Ф. Никитин**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **В.А. Савченкова**

Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Мытищи, Российская Федерация

Деревья лиственницы польской являются одними из наиболее ценных среди лесных пород как в естественных условиях произрастания, так и в условиях интродукции. Однако при этом ее таксономический статус до конца не решен вследствие схожести по морфологическим признакам с лиственницами европейской и сибирской. Нами проведен сравнительный анализ данных видов лиственниц по морфологическим признакам шишек и хвои. Исследования проводились в условиях интродукции в центре европейской части России. Нами представлено среднее значение признака ($X_{cp} \pm S_x$) и степень его варьирования ($V \%$). Достоверность различия между выборками по данным признакам определялась на основании вычисления критерия t Стьюдента. В результате нами выявлено, что лиственница польская имеет более мелкие шишки и достоверно отличается от лиственниц европейской и сибирской по всем исследованным признакам (длина шишек, ширина шишек, число чешуй в шишках, длина хвои). Данные результаты указывают на обособленность лиственницы польской, однако эта закономерность может выражаться не только при отнесении лиственницы польской в ранг самостоятельного вида – *Larix polonica* Racib., но и в качестве подвида лиственницы европейской (*Larix decidua* var. *polonica* (Racib. ex Wóycicki) Ostenf. & Syrach).

Ключевые слова: лиственница польская, лиственница европейская, интродукция, изменчивость

INDIVIDUAL VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF POLISH LARCH IN THE CONDITIONS OF INTRODUCTION

M.A. Lavrenov

PhD (Agriculture), Associate Professor **S.B. Vasiliev**

PhD (Agriculture), Associate Professor **V.F. Nikitin**

DSc (Agriculture), Professor **V.A. Savchenkova**

Mytisch Branch (MB) of FSBEI HE "Bauman Moscow State Technical University", Mytisch, Russian Federation

Abstract

Polish larch trees are among the most valuable among forest species both in natural growing conditions and in the conditions of introduction. However, its taxonomic status is not fully resolved due to the similarity in morphological features with European and Siberian larch. We conducted a comparative analysis of these species of larch on the morphological features of cones and needles. The studies were carried out in the conditions of introduction in the center of the European part of Russia. We present the average value of the trait ($XSR \pm Sx$) and the degree of its variation ($V \%$). The reliability of the difference between the samples according to these characteristics was determined based on the calculation of the student's criterion t . As a result, we found that the Polish larch has smaller cones and significantly

differs from the European and Siberian larch in all studied features (length of cones, width of cones, number of scales in cones, length of needles). These results indicate the isolation of the Polish larch, but this pattern can be expressed not only when referring to the Polish larch in the rank of an independent species – *Larix polonica* Racib., but also as a subspecies of European larch (*Larix decidua* var. *polonica* (Racib. ex Wóycicki) Ostenf. & Syrach).

Keywords: Polish larch, European larch, introduction, variability

Введение

Лиственница польская произрастает в Польше, Словакии, Румынии и на Украине.

Многие исследователи указывали на схожесть лиственницы польской по внешнему виду с лиственницей европейской и сибирской, вследствие чего самостоятельность данного вида не признавалась.

Так, О.Г. Каппер [1] указал на отличительные особенности лиственницы польской от лиственницы европейской и сибирской в том числе в том, что шишки у нее мельче, чем у последних, длиной 1,5-2,5 см.

В то же время Е.Г. Бобровым [2] указывается на гибридное происхождение лиственницы польской: так как близкие виды перекрестно-опыляющихся растений рядом не растут, то очевидно (по Боброву, 1972), что *L. polonica* совмещает в себе признаки *L. decidua* и *L. sibirica* и *L. polonica* как вид морфологически не отчетлива.

А.И. Ирошников [3] описывает лиственницу польскую как подвид лиственницы европейской (*L. decidua* Mill. subsp. *Polonica* (Racib.) Domin), автор также указал на исключительно мелкие шишки. Также автором приведены доказательства того, что «трактовка лиственницы польской как гибридного комплекса является плодом фантазии».

При этом лиственницы польская и европейская являются одними из самых ценных интродуцентов как в России, так и за рубежом.

М. Litkowiec, A. Lewandowski и J. Burczyk [4], описывая лиственницу польскую как подвид лиственницы европейской, указывают, что она является одним из наиболее ценных быстрорастущих лесных деревьев в Польше, относительно устойчивых к раку лиственницы. В Центральной России особенно перспективной породой считается лиственница европейская [5, 6, 7, 8]. В. Снешкене [9], проводя исследования в Литве, также отмечает, что хороший рост и успешную адаптацию показывают

именно лиственницы европейская и польская, при этом автор указывает их в ранге двух разных видов. Они, как заключает В. Снешкене, являются самыми перспективными видами лиственницы в лесах на юго-западной части Литвы.

Однако статус лиственницы польской до конца не решен. Так, многими авторами, в том числе С.С. Штукиным и др. [10], указывается, что «противоречия исследователей в определении таксонометрического ранга лиственницы польской отнюдь не случайны. В связи с этим в высшей степени важно обращать внимание на морфологические особенности лиственницы польской». Также авторами указывается, что морфологически она отличается от европейской и больше напоминает лиственницу сибирскую.

В связи с этим, **целью настоящей работы** является установление достоверности отличий лиственницы польской от лиственницы европейской и лиственницы сибирской по морфологическим признакам шишек и хвои.

Научной новизной является проведение сравнительного анализа данных пород в условиях интродукции в Москве и Подмосковье.

Объектами исследования являются:

- лиственница польская в Ивантеевском дендрологическом саду (г. Ивантеевка);
- лиственница европейская в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина (г. Москва);
- лиственница сибирская в Ивантеевском дендрологическом саду (г. Ивантеевка).

В Ивантеевском дендрологическом саду выращивается три группы лиственницы польской, по 9 растений в каждой. Семена лиственницы получены в 1949 г. из Варшавы. Семена были высеяны в интродукционном отделении. Весной 1952 г. трехлетки лиственницы польской посажены в экспозицию дендрария. Начало вегетации, как и ее конец, проходит у лиственницы польской позднее, чем у лиственницы сибирской, и

совпадает с фенофазами лиственницы европейской. Высота деревьев в возрасте 27 лет 14-18 м, диаметр 13-21 см. Единичное семеношение отмечено с 8-летнего возраста, не ежегодное [11].

Лиственница европейская (*Larix decidua* Mill) в Главном ботаническом саду г. Москвы – с 1953 г. 38 экземпляров выращены из семян, полученных из Курника (Польша), Санкт-Петербурга, Хабаровска, Пензы. В озеленении Москвы встречается широко [12].

Группа деревьев лиственницы сибирской в Ивантеевском дендрологическом саду находится в квартале 10. Выращена из семян, собранных с зеленошишечной формы этого вида в Иркутском лесхозе [11]. Средний возраст деревьев на момент обследования – 65 лет.

Материалы и методы исследования

Исследовались морфологические признаки шишек и хвои: длина шишек, ширина шишек, число чешуй в шишках, длина хвои. Всего по каждому из показателей использовалось 100 образцов.

В результате исследования представлены средняя величина признака ($X_{cp} \pm m$), его наибольшее и наименьшее значение (X_{max} и X_{min} соответственно), среднее квадратическое отклонение для выборки (b), коэффициент вариации признака (V) и показатель точности опыта (P).

На основании полученных коэффициентов вариации устанавливалась степень варьирования признака по шкале изменчивости признаков, составленной С.А. Мамаевым [13, 14]. Если уровень индивидуальной изменчивости низкий или очень низкий, то выборка однородна по данному признаку и признак может считаться присущим всему виду или форме [13].

Точность опыта считается удовлетворительной, если численное значение данного показателя (P) не превышает 5 %. Если показатель точности больше 5 %, то рекомендуется увеличить число наблюдений или число повторностей.

Достоверность различий между выборками определялась по критерию Стьюдента (t) [15, 16]. Табличный критерий $t_{0,05}$ для всех сравниваемых показателей равен 2,0.

Результаты и обсуждение. На основании исследования индивидуальной изменчивости лиственниц польской, европейской и сибирской мы провели их сравнительный анализ по морфологическим признакам шишек и хвои, отображенный в табл. 1-8.

Из табл. 1 видно, что средняя длина шишек лиственницы польской ниже, чем у лиственниц европейской и сибирской (на 61 и 45 % соответственно). Эти выводы совпадают с результатами исследования данных лиственниц в естественных условиях произрастания, на что указывал, например, О.Г. Каппер [1].

Признаки варьируются на среднем и высоком уровне.

Из табл. 2 видно, что лиственница польская значительно отличается по длине шишек от лиственниц европейской и сибирской. Причем, согласно данной таблице, лиственница европейская и сибирская по данному признаку ближе друг к другу, чем к лиственнице польской.

Из табл. 3 видно, что средняя ширина шишек лиственницы польской также ниже, чем у лиственниц европейской и сибирской (на 19 и 25 % соответственно). Данный признак показывает среднюю вариацию у всех объектов исследования.

По ширине шишек лиственница польская значительно отличается от прочих объектов исследования. При этом, по нашим исследованиям, лиственницы европейская и сибирская снова оказались ближе друг к другу по данному признаку, чем к лиственнице польской.

Таким образом, из данной таблицы видно, что число чешуй в шишках лиственницы польской ниже, чем у лиственницы европейской (на 38 %), но превосходит лиственницу сибирскую по данному признаку (на 16 %).

У всех объектов исследования данный признак варьируется на среднем уровне.

По признаку число чешуй в шишках лиственница польская наиболее близка к лиственнице сибирской, однако все отличия носят значимый характер.

Природопользование

Таблица 1

Сравнительный анализ изменчивости лиственницы польской, европейской и сибирской по длине шишек

Вид	X _{max} , мм	X _{min} , мм	X _{cp} ± m, мм	б, мм	V, %	P, %
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	30	11	20,6 ± 0,39	± 3,9	18,9	1,9
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	52	17	33,1 ± 0,64	± 7,8	23,7	1,9
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	41	16	29,9 ± 0,46	± 5,59	18,7	1,5

(собственные вычисления)

Таблица 2

Значимость разности между средней длиной шишек лиственницы польской, европейской и сибирской

Порода	Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)		16,68	15,42
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	16,68		4,06
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	15,42	4,06	

(собственные вычисления)

Таблица 3

Сравнительный анализ изменчивости лиственницы польской, европейской и сибирской по ширине шишек

Вид	X _{max} , мм	X _{min} , мм	X _{cp} ± m, мм	б, мм	V, %	P, %
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	29	9	20,1 ± 0,40	± 4,0	20,0	2,0
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	33	14	23,9 ± 0,37	± 4,5	19,0	1,6
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	35	14	25,1 ± 0,33	± 4,08	16,2	1,3

(собственные вычисления)

Таблица 4

Значимость разности между средней шириной шишек лиственницы польской, европейской и сибирской

Порода	Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)		6,97	9,64
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	6,97		2,42
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	9,64	2,42	

(собственные вычисления)

Природопользование

Таблица 5

Сравнительный анализ изменчивости лиственницы польской, европейской и сибирской по числу чешуй
в шишках

Вид	X _{max} , мм	X _{min} , мм	X _{ср} ± m, мм	б, мм	V, %	P, %
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	49	27	37,8 ± 0,50	± 5,0	13,3	1,3
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	64	32	52,1 ± 0,59	± 7,2	13,9	1,1
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	45	16	31,8 ± 0,49	± 5,95	18,7	1,5

(собственные вычисления)

Таблица 6

Значимость разности между средним числом чешуй в шишках лиственницы польской, европейской
и сибирской

Порода	Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	Лиственница европейская (ГБС им. Н.В. Цицина)	Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)		18,49	8,57
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	18,49		26,47
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	8,57	26,47	

(собственные вычисления)

Таблица 7

Сравнительный анализ изменчивости лиственницы польской, европейской и сибирской по длине хвои

Вид	X _{max} , мм	X _{min} , мм	X _{ср} ± m, мм	б, мм	V, %	P, %
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	37	16	26,6 ± 0,69	± 0,49	18,4	1,8
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	53	10	31,6 ± 0,70	± 7,0	22,2	2,2
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	38	12	24,1 ± 0,43	± 5,29	21,9	1,8

(собственные вычисления)

Таблица 8

Значимость разности между средней длиной хвои лиственницы польской, европейской и сибирской

Порода	Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)	Лиственница европейская (ГБС им. Н.В. Цицина)	Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)
Лиственница польская (Ивантеевский дендросад)		5,09	3,07
Лиственница европейская (ГБС имени Н.В. Цицина)	5,09		9,13
Лиственница сибирская (Ивантеевский дендросад)	3,07	9,13	

(собственные вычисления)

По длине хвои мы наблюдали схожую тенденцию, что и при исследовании числа чешуй в шишках. Лиственница польская уступает лиственнице европейской (на 19 %) и превосходит по данному показателю лиственницу сибирскую (на 9 %). При этом по максимальной длине хвои лиственница польская несколько уступает прочим объектам исследования.

Данный признак варьируется на среднем и высоком уровне, что может затруднять использование его в диагностических целях.

Согласно табл. 8, лиственница польская оказалась снова ближе, как и в предыдущем случае, к лиственнице сибирской. Все отличия носят значимый характер.

Выводы

Таким образом, исследования лиственницы польской в условиях интродукции подтверждают сведения многих авторов о том, что ее шишки

меньше, чем у лиственниц европейской и сибирской.

При исследовании индивидуальной изменчивости шишек и хвои лиственницы польской нами установлена средняя вариация по всем исследованным признакам, что позволяет считать полученные показатели присущими данному виду или форме.

При этом лиственница польская значительно отличается по данным признакам как от лиственницы европейской, так и от лиственницы сибирской. Данный вывод может говорить о таксономической самостоятельности лиственницы польской. Однако данная самостоятельность может выражаться и в качестве подвида лиственницы европейской.

Библиографический список

1. Каппер, О. Г. Хвойные породы / О. Г. Каппер. – Москва – Ленинград : Гослесбуиздат, 1954. – 303 с.
2. Бобров, Е. Г. История и систематика лиственниц / Е. Г. Бобров. – Ленинград : Наука, 1972. – 96 с.
3. Ирошников, А. И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция / А. И. Ирошников. – Москва : ВНИИЛМ, 2004. – 182 с.
4. Litkowiec, M. Genetic status of Polish larch (*Larix decidua* subsp. *polonica* (Racib. Domin)) from Chelmowa Mountain: implications for gene conservation / M. Litkowiec, A. Lewandowski, J. Burczyk // *Dendrobiology*. – 2018. – Vol. 80. – P. 101–111.
5. Мерзленко, М. Д. Лесокультурно-лесоводственные особенности уникального типа лесных культур лиственницы европейской / М. Д. Мерзленко, А. А. Коженкова, В. А. Брынцев // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 12 (146). – С. 50–54.
6. Яблоков, А. С. Культуры лиственницы и уход за насаждениями / А. С. Яблоков. – Москва : Гослестехиздат, 1934. – 128 с.
7. Тимофеев, В. П. Лесные культуры лиственницы / В. П. Тимофеев. – Москва : Лесная промышленность, 1977. – 216 с.
8. Мельник, П. Г. Географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания / П. Г. Мельник, Н. Н. Карасев // *Вестник московского государственного университета леса – Лесной вестник*. – 2012. – № 1. – С. 60–73.
9. Снешкене, В. Болезни лиственницы (*Larix* Mill.) в Литве / В. Снешкене // *Проблемы лесной фитопатологии и микологии : матер. IX Междунар. конференции, посвященной 90-летию со дня рождения проф. Н.И. Федорова, [19-24 октября 2015]*. – Минск ; Москва ; Петрозаводск : БГТУ, 2015. – С. 198–201.
10. Штукин, С. С. Сохранность и продуктивность лесных культур лиственницы польской, созданных на раскорчеванной вырубке / С. С. Штукин, П. И. Волович, А. С. Клыш // *Труды БГТУ*. – Минск : БГТУ, 2015. – № 1 (174). – С. 107–110.

11. Ивантеевский дендрологический сад ВНИИЛМ (каталог) / сост.: А. С. Яблоков, М. И. Докучаева ; науч. ред. Н. В. Котелова. – Москва, 1976. – 88 с.
12. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН : 60 лет интродукции / отв. ред. А. С. Демидов ; Гл. ботан. сад им. Н.В. Цицина. – Москва : Наука, 2005. – 586 с.
13. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев. – Москва : Наука, 1973. – 284 с.
14. Погиба, С. П. Методы количественной генетики в лесной селекции / С. П. Погиба, Г. А. Курносов, Е. В. Казанцева. – Москва : МГУЛ, 1999. – 31 с.
15. Свалов, Н. Н. Вариационная статистика / Н. Н. Свалов. – Москва : Лесная промышленность, 1977. – 177 с.
16. Урбах, В. Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях / В. Ю. Урбах. – Москва : Медицина, 1975. – 297 с.

References

1. Kapper O.G. *Khvoynye porody* [Softwoods]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1954, 303 p. (In Russian).
2. Bobrov E.G. *Istoriya i sistematika listvennits* [History and systematics of larch]. Leningrad: Nauka, 1972, 96 p. (In Russian).
3. Iroshnikov A.I. *Listvennicy Rossii. Bioraznობobrazie i selekciya* [Larches of Russia. Biodiversity and selection]. Moscow: ARRISMF, 2004, 182 p. (In Russian).
4. Litkowiec M., Lewandowski A., Burczyk J. Genetic status of Polish larch (*Larix decidua* subsp. *polonica* (Racib. Domin)) from Chelmowa Mountain: implications for gene conservation. *Dendrobiology*, 2018, Vol. 80, pp. 101-111.
5. Merzlenko M.D., Kozhenkova A.A., Bryntsev V.A. *Lesokul'turno-lesovodstvennye osobennosti unikal'nogo tipa lesnykh kul'tur listvennitsy evropeyskoy* [Cultural and forestry features of a unique type of European larch forest crops]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2016, № 12 (146), pp. 50-54 (In Russian).
6. Yablokov A.S. *Kul'tury listvennitsy i ukhod za nasazhdeniyami* [Larch cultures and planting care]. Moscow: Goslesbumizdat, 1934, 128 p. (In Russian).
7. Timofeev V.P. *Lesnye kul'tury listvennitsy* [Larch forest crops]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1977, 216 p. (In Russian).
8. Mel'nik P.G., Karasev N.N. *Geograficheskaya izmenchivost' listvennitsy v faze prispevaniya* [Geographical variability of larch in the premature stage]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoj vestnik* [Bulletin of Moscow state forest University – Forest Herald]. 2012, № 1, pp. 60-73 (In Russian).
9. Sneshkene V. *Bolezni listvennitsy (Larix Mill.) v Litve* [Diseases of larch (Larix Mill.) in Lithuania]. Minsk ; Moskva ; Petrozavodsk : BGTU, 2015, pp. 198-201 (In Russian).
10. Shtukin S.S., Volovich P.I., Klysh A.S. *Sokhrannost' i produktivnost' lesnykh kul'tur listvennitsy pol'skoy, sozdannykh na raskorchevannoy vyrubke* [Safety and productivity of forest cultures of the Polish larch created on the uprooted cutting] Minsk : BGTU, 2015, №1 (174), pp. 107-110 (In Russian).
11. *Ivanteevskiy dendrologicheskiy sad VNIILM (katalog)* [Ivanteevsky dendrological garden VNIILM (catalog)]. Sostaviteli: A.S. Yablokov, M.I. Dokuchaeva; nauch. red. N.V. Kotelova, Moscow, 1976, 88 p. (In Russian).
12. *Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN : 60 let introduktsii* [Woody plants of the Main Botanical Garden. N.V. Tsitsin RAN: 60 years of introduction]. Otv. red. A.S. Demidov; *Gl. botan. sad im. N.V. Tsitsina* [The main botanical garden named after N.V. Tsitsin]. Moscow: Nauka, 2005, 586 p. (In Russian).
13. Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy* [Forms of intraspecies variability of woody plants]. Moscow: Nauka, 1973, 284 p. (In Russian).

14. Pogiba S.P., Kurnosov G.A., Kazantseva E.V. *Metody kolichestvennoy genetiki v lesnoy selektsii* [Methods of quantitative genetics in forest breeding]. Moscow: MGUL, 1999, 31 p. (In Russian).

15. Svalov N.N. *Variatsionnaya statistika* [Variation statistics]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1977. 177 p. (In Russian).

16. Urbakh V.Yu. *Statisticheskiy analiz v biologicheskikh i meditsinskikh issledovaniyakh* [Statistical analysis in biological and medical research]. Moscow: Meditsina, 1975, 297 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Лавренов Максим Александрович – старший преподаватель кафедры ЛТ-1 Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Мытищи, Российская Федерация; e-mail: MaxLavrenov93@mail.ru.

Васильев Сергей Борисович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой ЛТ-1 Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Мытищи, Российская Федерация; e-mail: svasilyev@mgul.ac.ru.

Никитин Владимир Федорович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ЛТ-1 Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Мытищи, Российская Федерация; e-mail: forestmaster@yandex.ru.

Савченкова Вера Александровна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ЛТ-1 Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Мытищи, Российская Федерация; e-mail: 79651658826@yandex.ru.

Information about authors

Lavrenov Maksim Aleksandrovich – Senior Lecturer of Department LT-1, Mytisch Branch (MB) of FSBEI HE "Bauman Moscow State Technical University", Mytisch, Russian Federation; e-mail: MaxLavrenov93@mail.ru.

Vasiliev Sergey Borisovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of Department LT-1, Mytisch Branch (MB) of FSBEI HE "Bauman Moscow State Technical University", Mytisch, Russian Federation; e-mail: svasilyev@mgul.ac.ru.

Nikitin Vladimir Fedorovich – PhD (Agriculture), Associate Professor of Department LT-1, Mytisch Branch (MB) of FSBEI HE "Bauman Moscow State Technical University", Mytisch, Russian Federation; e-mail: forestmaster@yandex.ru.

Savchenkova Vera Aleksandrovna – DSc (Agriculture), Professor of Department LT-1, Mytisch Branch (MB) of FSBEI HE "Bauman Moscow State Technical University", Mytisch, Russian Federation; e-mail: 79651658826@yandex.ru.