

УДК 630*232.329.9

**В. В. Носников, И. В. Соколовский, А. А. Домасевич, А. В. Юрения,
А. М. Граник, О. А. Селищева, А. В. Романчук**

Белорусский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОНДУКТОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ВЕРХОВОГО ТОРФА

Электропроводность верхового торфа фрезерной заготовки торфяного месторождения «Журавлевское» в УП «Витебскоблгаз» филиал ПУ «Витебскторф», используемого для производства субстратов, изменяется от 0,03 до 0,16 мСм/см. Исследовано влияние саморазогревания верхового торфа в штабелях на его электропроводность и степень разложения. В результате саморазогревания и коксования верхового торфа фрезерной заготовки в штабелях происходит процесс его разложения, уменьшается размер частиц торфа, снижаются пористость и запас воздуха. Верховой торф со степенью разложения больше 25% не следует применять для малообъемного способа выращивания (выращивания растений в кассетах), так как для этой технологии очень важно достаточное содержание воздуха в субстрате.

Изучено изменение кислотности субстрата и электропроводности в зависимости от вносимых известковых материалов (доломитовой муки и мела). Установлено влияние влажности торфяного субстрата на изменение электропроводности в процессе хранения.

Ключевые слова: торф верховой, влажность, кислотность актуальная, электропроводность, нейтрализация, степень разложения.

**V. V. Nosnikov, I. V. Sokolovskiy, A. A. Domasevich, A. V. Yurenia,
A. M. Granik, O. A. Selischeva, A. V. Romanchuk**

Belarusian State Technological University

USE OF THE METHOD OF CONDOTTOMETRY FOR ESTIMATION OF THE QUALITY OF SUBSTRATES BASED ON SPHAGNUM PEAT

The electrical conductivity of the sphagnum milling peat of the peat deposit “Zhuravlevskoe” in the UE “Vitebskoblgaz”, branch of the PC “Vitebsktorg”, used for the production of substrates varies from 0.03 to 0.16 mSm/cm. The influence of self-heating of the sphagnum peat in stacks on its electrical conductivity and the degree of decomposition is studied. As a result of self-heating and coking of milled peat in the stacks, the decomposition process takes place, the size of peat particles, the porosity and air reserve decrease. Sphagnum peat with a degree of decomposition greater than 25% should not be used for a low-volume method of growing (growing plants in container), because for this technology a sufficient air content in the substrate is very important.

The change in the acidity of the substrate and in the electrical conductivity depending on the input of lime materials (dolomite flour and chalk) was studied. The influence of the humidity of the peat substrate on the change in electrical conductivity during the storage process is established.

Key words: peat moss, humidity, acidity actual, electrical conductivity, neutralization, degree of decomposition.

Введение. При приготовлении субстрата в производственных условиях важно иметь возможность проводить экспресс-контроль качественных показателей как самого субстрата, так и главного его компонента – верхового торфа.

При выращивании семян основных лесобразующих пород с использованием технологии закрытой корневой системы для приготовления субстрата используется сепарированный верховой торф фрезерной заготовки, комплексное минеральное удобрение, нейтрализующий материал, агроперлит, гранулированный суперфосфат и сульфат калия [1].

В состав используемых комплексных минеральных удобрений входит достаточно большое количество макро- и микроэлементов [1, 2, 3].

Кроме того, в процессе выращивания посадочного материала происходят изменения химических свойств субстрата, связанные с расходом питательных элементов за счет поглощения корневыми системами семян, вымывания при интенсивном поливе [4].

Лабораторный химический анализ как наиболее точный метод не всегда доступен и имеет большую длительность проведения [5]. Использование метода кондуктометрии, при котором определяется электропроводность (ЕС) субстрата, позволяет в полевых условиях провести оценку как торфа, так и самого субстрата. Недостатком данного метода при измерении электропроводности является то, что этот показатель не дает информации о количественном

содержании в субстрате конкретных элементов питания [6].

Качество субстрата во многом зависит от характеристик используемого торфа. В процессе хранения иногда происходит саморазогревание торфа, которое является результатом взаимодействия физических, микробиологических, биохимических и электрохимических процессов. Склонность торфа к саморазогреванию определяется содержанием и свойствами его углеводного комплекса. В штабеле фрезерного торфа создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов.

В верховом торфе углеводы обладают низкой термостойкостью, поэтому при температуре 50–60°C наблюдаются потери около 1% в месяц и более. С повышением температуры более 60°C потери возрастают до 5–10%. Однако и внешние факторы в значительной степени влияют на эти процессы. Между числом очагов самовозгорания в штабелях и суммарной эффективной испаряемостью существует тесная линейная связь [7]. Соответственно, актуальным является вопрос быстрого определения пригодности торфа, в котором начинаются процессы саморазогревания, для приготовления субстратов.

Одним из важнейших параметров торфа, как сырья для приготовления субстрата, явля-

ется степень его разложения, а также содержание в нем влаги [8, 9].

При производстве субстратов практически всегда происходит его нейтрализация. По данным Н. И. Пьявченко, кислотность верхового торфа северных регионов европейской территории составляет pH_{KCl} 2,8–3,7 [10]. В качестве нейтрализующего материала используется чаще всего доломитовая мука, реже мел. Они оказывают определенное влияние на показатель электропроводности [11].

Основная часть. Для постановки опытов был использован сепарированный верховой торф фрезерной заготовки торфяного месторождения «Журавлевское» в УП «Витебскоблгаз» филиал ПУ «Витебскторф».

Для изучения свойств торфа и торфяных субстратов применялись следующие методы исследования: величина pH определялась потенциометрическим методом с помощью pH -метра в солевой вытяжке KCl [12], для определения влажности – метод высушивания до постоянной массы [13], для анализа электропроводности использовался прибор PNT 3000 Combi [14].

Для предварительной оценки отбирались образцы торфа из штабелей в феврале 2017 г. на полях 2, 2А, 2В, 3, 5. У отобранных образцов определили общетехнические, химические характеристики, электропроводность (табл. 1–2).

Таблица 1

Верховой торф фрезерной заготовки, используемый для приготовления субстратов

Поля	pH_{KCl}	Электропроводность, мСм/см	Влажность, %		Плотность насыпная, кг/м ³				
			$W_{отн}$	$W_{абс}$	на фактическую влагу	на сухое вещество	при относительной влажности ($W_{отн}$)		
							40%	50%	60%
2	2,5	0,12	145,6	59,3	263	107	179	214	268
2А	2,5	0,03	57,2	36,4	150	95	159	191	238
3В	2,6	0,03	58,7	37,0	134	84	141	169	211
3	2,7	0,16	155,1	60,8	248	97	162	194	243
5	2,7	0,06	54,2	35,1	147	95	159	191	238

Таблица 2

Верховой торф фрезерной заготовки из штабеля, в котором начал наблюдаться процесс саморазогревания торфа (температура в очагах саморазогревания достигает 50°C и более)

Очаги саморазогревания торфа	Степень разложения, %	Электропроводность, мСм/см	Влажность, %		Плотность насыпная, кг/м ³				
			$W_{отн}$	$W_{абс}$	на фактическую влагу	на сухое вещество	при относительной влажности ($W_{отн}$)		
							40%	50%	60%
контроль	9	0,03	58,7	37,0	134	84	141	169	211
1	9	0,03	157,3	61,1	212	83	138	165	206
2	11	0,04	64,1	39,1	121	74	123	148	185
3	10	0,03	62,6	38,5	106	84	109	131	164

Из табл. 1 видно, что 1 м³ торфа в среднем при влажности 40% имеет массу около 160 кг, при влажности 50% – 190 кг, при влажности 60% – 240 кг. У торфа, заготовленного на полях 2А, 3В и 5, кислотность рН_{KCl} 2,5–2,7, электропроводность находится в пределах 0,03–0,06 мСм/см. Кислотность торфа с полей 2 и 3 равна также 2,5–2,7, но электропроводность составляет 0,12–0,16 мСм/см.

В результате саморазогревания и коксования верхового торфа фрезерной заготовки в штабелях происходит процесс его разложения, при этом уменьшается размер частиц торфа, снижаются пористость и запас воздуха, в то время как объемная масса увеличивается. Верховой торф со степенью разложения больше 25% не следует применять для малообъемного способа выращивания (выращивания растений в кассетах), так как для этой технологии очень важно достаточное содержание воздуха в субстрате.

Для изучения влияния процессов саморазогревания и коксования верхового торфа фрезерной заготовки в штабелях на изменение его общетехнических свойств были взяты его образцы (табл. 2) из штабеля на поле 3В, в очагах, где начал наблюдаться процесс саморазогревания (температура в очагах саморазогревания достигала 50°C и более), контрольный образец торфа брался из этого же штабеля.

Согласно положениям ГОСТ 33162-2014, разрабатываемый слой торфяной залежи должен быть сложен торфом верхового типа моховой группы, степень разложения торфа в разрабатываемом слое залежи не должна превышать 20%, рН солевой суспензии (рН_{KCl}) должна быть от 2,5 до 3,5, электропроводность не более 0,18 мСм/см. Торф, используемый для приготовления субстрата, должен быть светло-коричневого цвета и не иметь запаха, плесени, признаков коксования и саморазогревания [9].

Степень разложения в образцах торфа, отобранных в очагах саморазогревания и контрольном варианте из штабеля на поле 3В, составляет 9–11%, электропроводность находится в пределах 0,03–0,04 мСм/см. Кислотность рН_{KCl} у всех вариантов опыта была 2,6.

Сравнивая полученные результаты и результаты по полям 2, 2А, 3, 5, можно сделать вывод, что в штабеле заготовленного торфа на поле 3В не наблюдается значительных изменений общетехнических, химических характеристик, электропроводности торфа, хотя прослеживается возникновение процессов саморазогревания (температура в штабелях достигает 50°C и более). Данный торф пригоден для приготовления субстратов.

В январе 2018 г. из изучаемого штабеля на поле 3В были взяты образцы торфа из очагов,

где ранее наблюдались процессы возникновения саморазогревания и коксования. Результаты анализов приведены в табл. 3.

Таблица 3
Свойства верхового торфа фрезерной заготовки из штабелей, в которых наблюдается процесс саморазогревания и коксования

Очаги саморазогревания и коксования торфа	Степень разложения, %	Электропроводность, мСм/см
контроль	9	0,03
1	11	0,05
2	24	0,09
3	59	0,09

Исследования показывают, что хранение торфа в штабелях, где были замечены процессы саморазогревания торфа, приводят к изменению его цвета, появлению запаха, признаков коксования, увеличению степени разложения в 1,2–6,6 раз и электропроводности в 1,7–3,0 раз.

Качество верхового торфа, используемого для создания субстратов, зависит главным образом от образующих его растений и степени разложения. В верховом торфе низкой степени разложения хорошо видны остатки растений. При высокой степени разложения верховой торф представляет собой рыхлую массу. Цвет изменяется от светлого бурого и бурого при низкой степени разложения до темно-коричневого – при высокой.

Воздушный режим в торфяном субстрате определяется размером пор. Тонкие, мелкие поры чаще всего заполнены водой, крупные – воздухом. Размеры пор в большей степени зависят от размера частиц торфа. Чем меньше частицы торфа, тем неблагоприятнее для растений водно-воздушный баланс. Большое количество частиц размером 1 мм и менее приближает содержание воздуха в субстрате к нулю.

Содержание твердой фазы в верховом торфе составляет 3–10% объема, при этом поры занимают 80–97% объема. При наименьшей влагоемкости запас воздуха не убывает ниже 35%.

Соответственно процессы саморазогревания и коксования приводят к увеличению степени разложения и, следовательно, к уменьшению размера частиц и нарушению воздушного баланса в используемом субстрате.

Одной из основных операций по приготовлению субстратов, в значительной мере изменяющей свойства торфа, является нейтрализация, для чего могут использоваться мука доломитовая и мел мелкогранулированный.

Торф, взятый для постановки опытов, характеризовался как пушицево-сфагновый, степень разложения – 18%, зольность – 4,7%, ак-

туальная кислотность pH_{KCl} – 2,5, относительная влажность – 50–60%, электропроводность – 0,05 мСм/см.

При проведении опыта по нейтрализации торфяного субстрата мелом было поставлено 3 варианта опыта в 3-кратной повторности с нормой внесения от 8 до 10 кг/м³.

Использование мела привело к постепенному изменению актуальной кислотности торфяного субстрата до pH_{KCl} 6,4–7,5 и установлению реакции среды на 6–7-е сут (табл. 4).

Таблица 4

Кислотность (pH_{KCl}) и электропроводность верхового торфа при проведении нейтрализации с учетом нормы внесения мела

Норма мела, кг/м ³	pH_{KCl}	Электропроводность, мСм/см
6	6,4	0,08
8	7,5	0,09
10	7,5	0,10

При проведении опыта по нейтрализации торфяного субстрата доломитом было поставлено 3 варианта в 3-кратной повторности с нормой внесения от 8 до 10 кг/м³. Использование доломита привело к постепенному изменению актуальной кислотности торфяного субстрата до pH_{KCl} 5,9–6,6 и установлению реакции среды на 14-е сут (табл. 5).

Таблица 5

Кислотность (pH_{KCl}) и электропроводность верхового торфа при проведении нейтрализации с учетом нормы внесения муки доломитовой

Норма муки, кг/м ³	pH_{KCl}	ЕС, мСм/см
6	5,9	0,06
8	6,4	0,06
10	6,6	0,07

Приведенные данные показывают, что от дозы и вида вносимого нейтрализующего материала зависит изменение электропроводности торфа. Изначально торф фрезерной заготовки имел электропроводность 0,05 мСм/см. При внесении мела 6 кг/м³ электропроводность увеличивается в 1,6 раза (0,08 мСм/см), 8 кг/м³ – в 1,8 раза (0,09 мСм/см), 10 кг/м³ – в 2,0 раза (0,10 мСм/см). Внесение муки доломитовой в дозировке: 6 и 8 кг/м³ изменяет электропроводность в 1,2 раза (0,06 мСм/см), а 10 кг/м³ – в 1,4 раза (0,07 мСм/см). По сравнению с мелом мука доломитовая при норме внесения 6–10 кг/м³ оказывает меньшее влияние на изменение электропроводности верхового торфа.

Для проведения опыта по нейтрализации торфяного субстрата доломитом и изменения

электропроводности было поставлено 4 варианта в 3-кратной повторности с нормой внесения от 2 до 4,5 кг/м³. Результаты опыта приведены в табл. 6.

Таблица 6

Изменение кислотности и электропроводности верхового торфа при внесении доломитовой муки

Доза доломитовой муки, кг/м ³	pH в KCl	Электропроводность, мСм/см
22.02.2017 г. (день постановки опыта)		
2	3,47	0,05
3	3,82	0,05
4	4,04	0,05
4,5	4,34	0,05
27.02.2017 г.		
2	3,61	0,05
3	4,11	0,05
4	4,48	0,05
4,5	4,79	0,05
13.03.2017 г.		
2	3,67	0,05
3	4,18	0,05
4	4,68	0,05
4,5	5,07	0,05

Данные опыта показывают, что внесение муки доломитовой от 2 до 4,5 кг/м³ в торф фрезерной заготовки в процессе нейтрализации не приводит к изменению электропроводности торфа.

Для проведения опыта по определению изменения электропроводности торфяного субстрата в зависимости от исходной влажности были поставлены 3 варианта в 2-кратной повторности. Был взят торф фрезерной заготовки с поля 5 (актуальная кислотность (pH_{KCl}) – 2,7, электропроводность (ЕС) – 0,06 мСм/см. Фрезерный торф был отсепарирован (фракция 0–7 мм), к нему были добавлены доломитовая мука в дозировке 4 кг/м³ и удобрения: PG-mix 12-14-24+micro в дозировке 1,4 кг/м³, суперфосфат гранулированный (д. в. P_2O_5 – 28%) в дозировке 3,2 кг/м³, сульфат калия (д. в. K_2O – 46%) в дозировке 0,5 кг/м³ [1] и доведен до влажности 40%, 50% и 60% по вариантам опыта. Результаты опыта приведены в табл. 7.

Растворимость удобрений зависит от наличия влаги в торфяном субстрате. Результаты опыта показывают, что с увеличением относительной влажности увеличивается и электропроводность. С течением времени эта закономерность сохраняется. Увлажнение субстрата приводит к быстрому увеличению электропроводности (растворению удобрений и переходу питательных веществ в доступную форму).

Таблица 7
Влияние относительной влажности
на растворимость внесенных удобрений
в субстрат в процессе хранения

Вариант опыта	Влажность $W_{\text{отн}}$, %	Электропроводность, мСм/см
22.02.2017 г. (день постановки опыта)		
1	40	0,63
2	50	0,65
3	60	0,66
09.03.2017 г.		
1	40	0,73
2	50	0,74
3	60	0,77
16.03.2017 г.		
1	40	0,67
2	50	0,81
3	60	0,81
30.03.2017 г.		
1	40	0,73
2	50	0,76
3	60	0,94

При хранении субстрата длительное время на открытых площадках с постепенным увлажнением происходит не только нейтрализация торфяного субстрата, но и растворение в нем удобрений, что впоследствии способствует развитию грибов и водорослей.

Заключение. Заготовленный фрезерный торф с торфяного месторождения «Журавлевское» в УП «Витебскоблгаз» филиал ПУ «Витебск-торф» соответствует ГОСТ 33162-2014 и является пригодным для приготовления торфяных субстратов.

Хранение торфа в штабелях, где были замечены процессы его саморазогревания, при-

водит к изменению его цвета, появлению запаха, признаков коксования, изменению общетехнических характеристик, электропроводности торфа.

От дозы и вида вносимого нейтрализующего материала зависит изменение электропроводности торфа. Внесение доломитовой муки в дозировке от 2 до 4,5 кг/м³ в процессе нейтрализации не приводит к изменению электропроводности торфяного субстрата. Внесение доломитовой муки в дозировке 6 и 8 кг/м³ изменяет электропроводность в 1,2 раза, а 10 кг/м³ – в 1,4 раза, а установление реакции среды происходит на 14-е сут. При внесении мела 6 кг/м³ электропроводность увеличивается в 1,6 раза, 8 кг/м³ – в 1,8 раза, 10 кг/м³ – в 2,0 раза, а установление реакции среды происходит на 6–7-е сут. По сравнению с мелом доломитовая мука при дозе внесения 6–10 кг/м³ оказывает меньшее влияние на изменение электропроводности торфяного субстрата.

С увеличением относительной влажности торфяного субстрата повышается и электропроводность, причем со временем значение данного параметра постепенно растет за счет постепенного растворения удобрений и перехода питательных веществ в доступную форму. Повышение влажности субстрата приводит к более значительному увеличению электропроводности.

При хранении субстрата в течение времени на открытых площадках за счет повышения влажности субстрата происходит постепенная его нейтрализация с одновременным растворением удобрений, что может явиться причиной развития грибов и водорослей на внутренней стороне упаковки.

Литература

1. Материал лесной посадочный хвойных пород с закрытой корневой системой. Технические условия: ТУ ВУ 100061961.001-2015. Введ. 2015. Минск: МЛХ, 2015. 6 с.
2. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления: автореферат дис. д-ра. с.-х. наук. СПб.: Изд-во СПбЛТА, 1998. 47 с.
3. Технология выращивания посадочного материала сосны и ели с закрытой корневой системой: научно-техническая информация в лесном хозяйстве / РУП «Белгипролес». Минск, 2007. Вып. 4. 32 с.
4. Бородаенко К. И. Приготовление органических питательных субстратов для тепличного овощеводства // Тезисы интернет-конференции [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.smu.pspn.ru/main> (Дата доступа: 02.03.2016).
5. Соколовский И. В., Домасевич А. А., Юрени А. В. Практикум по почвоведению с основами земледелия. Минск: БГТУ, 2016. 184 с.
6. Шишкин П. В. Контроль технологических параметров при выращивании сельскохозяйственных культур. Гавриш, 2012. № 4. С. 17–15.
7. Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа: учебн. пособие / В. И. Смирнов [и др.]; под ред. В. И. Смирнова. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2007. 392 с.
8. Костюк Н. С. Физика торфа. Минск: Выш. шк., 1967. 214 с.

9. Торф низкой степени разложения. Технические условия: ГОСТ 33162-2014. Введ. 01.04.2016. М.: Росстандарт, 2016. 10 с.
10. Пьявченко Н. И. Изменение биологической активности торфяных почв под воздействием мелиораций. Л.: Наука, 1982. 163 с.
11. Бабков А. В. Агротехнология выращивания посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой // Лесное и охотничье хоз-во. 2013. № 10. С. 9–13.
12. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности: ГОСТ 11623-89. Введ. 1991-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1990.
13. Торф. Методы определения влаги: ГОСТ 11305-85. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1985.
14. STEP Systems GmbH – Soil – Water – Climate Testing Equipment – Professional Systems [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stepsystems.de/149-1-PNT-3000-Combi.html> (Дата доступа: 21.03.2018).

References

1. TY BY 100061961.001-2015. Material forest planting conifers with closed root system. Specifications. Minsk, MLKh Publ., 2015. 6 p. (In Russian)
2. Zhigunov A. V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy dlya lesovosstanovleniya: Dis. d-ra. s.-kh. nauk* [Theory and practice of growing a planting material with a closed root system for reforestation: Doct. diss.]. St. Petersburg, SPbLTA Publ., 1998. 47 p. (In Russian).
3. *Tekhnologiya vyrashchivaniya posadochnogo materiala sosny i eli s zakrytoy kornevoy sistemoy: nauchno-tekhnicheskaya informatsiya v lesnom khozyaystve* [Technology of cultivation of planting material of pine and spruce with closed root system: scientific and technical information in forestry]. RUP “Belgiroles” Publ., Minsk, 2007, vyp. 4. 32 p. (In Russian)
4. Bondarenko K. I. Preparation of organic nutrient substrates for greenhouse vegetable growing. *Tezisy internet-konferentsii* [Theses of the Internet-conference]. Available at: <http://www.smu.psn.ru/main> (accessed 02.03.2016).
5. Sokolovskiy I. V., Domasevitch A. A., Yurenaya A. V. *Praktikum po pochvovedeniyu s osnovami zemledeliya* [Workshop on soil science with the basics of agriculture]. Minsk, BGTU Publ., 2016. 184 p.
6. Schischkin P. V. Control of technological parameters in the cultivation of crops. *Gavrish* [Gavrish], 2012, no. 4, pp. 15–17 (In Russian).
7. Smirnov V. I., Vasil'ev A. N., Afanas'ev A. E., Boltuchkin A. N. *Prakticheskoye rukovodstvo po organizatsii dobychi frezernogo torfa* [Practical guidance on the organization of mining of milling peat]. Tver, TGTU Publ., 2007. 392 p.
8. Kostyuk N. S. *Fizika torfa* [Peat physics]. Minsk, Vysh. shk. Publ., 1967. 214 p.
9. GOST 33162–2014. Peat of low degree of decomposition. Technical specifications. Moscow, Rosstandart Publ., 2016. 10 p.
10. P'yavchenko N. I. *Izmeneniye biologicheskoy aktivnosti torfyanykh pochv pod vozdeystviem melioratsiy* [The change of the biological activity of peat soils under the influence of reclamation]. Leningrad, Nauka Publ., 1982. 163 p.
11. Babkov A. V. Agrotechnology of growing coniferous planting stock with a closed root system. *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forestry and hunting economy], 2013, no. 10, pp. 9–13 (In Russian).
12. GOST 11623-89. Peat and products of its processing for agriculture. Methods of determination of exchange and active acidity. Moscow, Standartinform Publ., 1990. 6 p. (In Russian).
13. GOST 11305-85. Peat. Methods for determining moisture. Moscow, Standartinform Publ., 1985. 12 p. (In Russian).
14. STEP Systems GmbH – Soil – Water – Climate Testing Equipment – Professional Systems. Available at: <http://www.stepsystems.de/149-1-PNT-3000-Combi.html> (accessed 21.03.2018).

Информация об авторах

Носников Вадим Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: nosnikov@belstu.by

Соколовский Иван Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sokolovskiy@belstu.by

Домасевич Александр Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: damasevich@rambler.ru

Юрения Андрей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: urenja@belstu.by

Граник Александр Михайлович – аспирант кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: granik@belstu.by

Селищева Оксана Александровна – аспирант кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: oksana_selishcheva@rambler.ru

Романчук Александр Валерьевич – аспирант кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: alexanderromanchuk1992@yandex.ru

Information about the authors

Nosnikov Vadim Valer'yevich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nosnikov@belstu.by

Sokolovskiy Ivan Vasil'yevich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sokolovskiy@belstu.by

Domasevich Aleksandr Aleksandrovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: damasevich@rambler.ru

Yurenja Andrey Vladimirovich – PhD (Agriculture), Senior Lecturer, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: urenja@belstu.by

Granik Aleksandr Mikhaylovich – PhD student, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: granik@belstu.by

Selishcheva Oksana Aleksandrovna – PhD student, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: oksana_selishcheva@rambler.ru

Romanchuk Aleksandr Valer'yevich – PhD student, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Alexanderromanchuk1992@yandex.ru

Поступила 25.03.2018