

УДК 630*232.329.9

В. В. Носников, Т. Д. Севрук

Белорусский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ЗОЛЬНОСТИ ТОРФА ФРЕЗЕРНОЙ ЗАГОТОВКИ И НЕЙТРАЛИЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ НА ЕГО ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

В настоящее время в лесном хозяйстве широко применяются торфяные субстраты для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Определение их качественных параметров является обязательным условием получения высококачественного посадочного материала. В Беларуси отсутствует методология оценки качества субстратов для лесного хозяйства по величине их электрической проводимости (метод кондуктометрии).

Качество субстрата во многом зависит от характеристик используемого торфа. Поэтому важно определить, каким образом такие характеристики, как степень разложения и зольность торфа, влияют на изменение электропроводности раствора с течением времени. Для эксперимента использовался торф фрезерной заготовки торфяного месторождения «Журавлевское» в филиале ПУ «Витебскторф» УП «Витебскоблгаз». По результатам исследований установлено, что при увеличении степени разложения и зольности торфа происходит увеличение значения электропроводности, которое находится в пределах 53,8–112,1 $\mu\text{См}/\text{см}$. Добавление нейтрализующих веществ (доломитовой муки и мела) приводит к незначительному изменению значения электропроводности субстратов. Внесение доломитовой муки в дозировке 0,2 $\text{кг}/\text{м}^3$ изменяет электропроводность в 1,1 раза, а 3 $\text{кг}/\text{м}^3$ – в 1,6 раза. По сравнению с доломитовой мукой мел при норме внесения 0,2–3 $\text{кг}/\text{м}^3$ оказывает большее влияние на изменение электропроводности верхового торфа. При внесении мела в дозировке 0,2 $\text{кг}/\text{м}^3$ электропроводность изменяется в 1,1 раза, а 3 $\text{кг}/\text{м}^3$ – в 1,7 раза.

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

Для цитирования: Носников В. В., Севрук Т. Д. Влияние зольности торфа фрезерной заготовки и нейтрализующих компонентов на его электропроводность // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2024. № 1 (276). С. 59–65.

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-276-7.

V. V. Nosnikov, T. D. Sevruk

Belarusian State Technological University

INFLUENCE OF ASH CONTENT OF MILLED PEAT BLANK AND NEUTRALIZING COMPONENTS ON ITS ELECTRICAL CONDUCTIVITY

Currently, peat substrates are widely used in forestry for growing planting material with a closed root system. Determining their quality parameters is a prerequisite for obtaining high-quality planting material. In Belarus, there is no methodology for assessing the quality of substrates for forestry based on the value of its electrical conductivity (conductometry method).

The quality of the substrate largely depends on the characteristics of the peat used. Therefore, it is important to determine how characteristics such as the degree of decomposition and ash content of peat affect the change in the electrical conductivity of the solution over time. For the experiment, peat from a milled peat deposit was used “Zhuravlevskoe” in the UE “Vitebskoblgaz”, branch of the PC “Vitebsktorg”. As a result of an increase in the degree of decomposition and ash content of peat, the electrical conductivity value increases. Based on the research results, it was established that with an increase in the degree of decomposition and ash content of peat, the electrical conductivity value increases, which is in the range of 53.8–112.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The addition of neutralizing substances (dolomite flour and chalk) leads to a slight change in the electrical conductivity of the substrates. The addition of dolomite flour at a dosage of 0.2 kg/m^3 changes the electrical conductivity by 1.1 times, and 3 kg/m^3 – by 1.6 times. Compared to flour, dolomite chalk at an application rate of 0.2–3 kg/m^3 has a greater influence on the change in the electrical conductivity of high-moor peat. When adding chalk at a dosage of 0.2 kg/m^3 , the electrical conductivity changes by 1.1 times, and 3 kg/m^3 – by 1.7 times.

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

For citation: Nosnikov V. V., Sevruk T. D. Influence of ash content of milled peat blank and neutralizing components on its electrical conductivity. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2024, no. 1 (276), pp. 59–65 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-276-7.

Введение. В настоящее время в лесном хозяйстве широко применяются торфяные субстраты для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Определение их качественных параметров является обязательным условием получения высококачественного посадочного материала [1].

Метод лабораторного химического анализа является высокоточным, однако дорогим и затратным по времени. Использование метода кондуктометрии позволит оперативно контролировать качественные показатели субстрата не только на начальный момент, но и в процессе выращивания посадочного материала.

Кондуктометрия – это метод анализа, основанный на способности проводить электрический ток. Кондуктометрия является одним из важнейших физико-химических свойств водных растворов электролитов. Электропроводность растворов зависит от концентрации и природы присутствующих заряженных частиц (простых и сложных ионов, коллоидных частиц). Поэтому измерение электропроводности может быть использовано для количественного определения химического состава раствора.

Кондуктометрический метод анализа – это метод, основанный на определении содержания вещества в пробе по величине ее электрической проводимости. Среди кондуктометрических методов различают прямую кондуктометрию и кондуктометрическое титрование.

В настоящий момент в Беларуси методология использования кондуктометрии для оценки уровня минерального питания растений и качества субстратов полностью не разработана.

Для получения качественного посадочного материала необходим субстрат, обеспечивающий питание растений и нормальное развитие корневой системы. Качество субстрата во многом зависит от характеристик используемого торфа. Поэтому важно уметь контролировать его качественные параметры на каждой из стадий производства субстрата быстрым и доступным методом.

Использование метода кондуктометрии, при котором определяется электропроводность (ЕС) субстрата, позволяет быстро 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.

В качестве сырья для приготовления субстратов в лесном хозяйстве для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) используют преимущественно верховой торф, однако допускается в качестве

добавки использовать и переходный, и низинный [2]. Поскольку использование различных типов торфа может значительно менять агротехнические свойства субстратов, важно определить, каким образом такие характеристики торфа, как степень разложения и зольность, влияют на изменение электропроводности раствора с течением времени.

В то же время наряду со многими положительными сторонами, делающими верховой сфагновый слаборазложившийся торф наиболее широко используемым для производства субстратов [3], он имеет и негативное свойство, выражающееся в высокой кислотности.

По материалам исследований Л. П. Смоляка, кислотность торфа верховых болот Беларуси находится в пределах pH_{KCl} 3,2–4,2 [4].

Данные Н. И. Пьявченко указывают, что кислотность верхового торфа северных регионов европейской территории составляет pH_{KCl} 2,8–3,7 [5]. Поэтому необходимо регулировать кислотность субстрата в зависимости от выращиваемого древесного вида [6]. Нейтрализация кислотности торфа – одно из важнейших мероприятий, обеспечивающее оптимизацию условий для роста и развития растений [7, 8].

Для оптимизации кислотности среды при производстве торфяных субстратов для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой используются доломитовая мука, мел, а также другие известковые материалы [9, 10].

Различные исследователи предлагают применять смесь карбоната кальция химического синтеза с известняковой мукой или мелом [11, 12]. Для нейтрализации кислых почв используют также жженую известь – CaO [13].

Крупным производителем доломитовой муки в Беларуси является ОАО «Доломит» в Витебской области, г. п. Руба. В доломитовой муке с месторождения «Гралево» содержится CaO – 30,0%, MgO – 20,5%, CaCO – 50–52%, MgCO₃ – 43–45%, встречаются примеси Fe, Al, Si, Mn, которые и являются причиной изменения электропроводности торфа.

Количество необходимого известкового материала для нейтрализации кислотности верхового торфа зависит от многих факторов: исходного значения pH торфа, степени разложения и химических свойств известкового материала [14]. Внесение нейтрализующих кислотность материалов может также влиять на значение электропроводности, что следует учитывать при использовании метода кондуктометрии для контроля качества субстратов.

Основная часть. Для постановки опытов был использован сепарированный торф фрезерной заготовки торфяного месторождения филиала ПУ «Витебскторф». Одним из важнейших

параметров торфа как сырья для приготовления субстрата является степень его разложения, а также содержание в нем влаги.

У отобранных образцов определяли влажность, кислотность, зольность, степень разложения и электропроводность.

Для изучения свойств торфа и торфяных субстратов применялись следующие методы исследования: величина электропроводности субстратов измерялась в водной вытяжке (в соотношении 1 : 5 по объему, для анализа электропроводности использовался прибор FieldScout CTS 50C [15]), величина pH определялась потенциометрическим методом с помощью pH-метра в солевой вытяжке KCl [16], влажность и зольность образцов находилась согласно СТБ 2042–2010 «Торф. Методы определения влаги и зольности», степень разложения торфа устанавливалась по гранулометрическому методу.

Низинный торф характеризуется степенью разложения более 30%, зольностью 6–50% и умеренно кислой или нейтральной реакцией (pH_{KCl} 4,5–7,0). Верховой же торф, в свою очередь, имеет степень разложения 5–15%, зольность его составляет 1,5–3%, кислотность pH_{KCl} 3,3–4,1. Переходный торф занимает промежуточное положение между верховым и низинным и имеет степень разложения 20–40%, зольность 3–9%, кислотность pH_{KCl} 3,3–4,5 [4].

По результатам анализов можно предположить, что образцы 1, 2 и 3 относятся к низинному типу торфа, образец 4 к верховому, 5 и 6 – к переходному типу торфа. Результаты анализов представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что зольность и степень разложения торфа находятся в тесной взаимосвязи, с увеличением степени разложения, зольность увеличивается и находится в пределах 3,65–16,89%.

Таблица 1

Торф фрезерной заготовки, используемый для приготовления субстратов

Номер образца	Влажность, %	Зольность, %	Степень разложения, %
1	164,02	10,4	47,70
2	228,84	16,89	54,00
3	144,26	13,26	50,15
4	46,81	3,65	22,63
5	92,51	5,92	26,50
6	53,83	4,46	25,55

При определении электропроводности субстратов важным является такой параметр, как продолжительность отстаивания смеси торфа с водой. Данный параметр определяет продолжительность периода ожидания, который должен пройти с момента приготовления раствора и до момента проведения анализа.

Изменение электропроводности растворов почвенных субстратов для различных образцов с течением времени отображены в табл. 2.

Для образца с максимальной степенью разложения и зольностью (образец № 2) произошло увеличение значения электропроводности через 2 ч на 3%, через 4 ч – на 2%, через 8 ч – на 1%, через 18 ч – на 2%.

Для образца с минимальной степенью разложения и зольностью (образец № 4) увеличение составило через 2 ч 20%, через 4 ч – 6%, через 8 ч – 3%, через 18 ч – 4%.

Таким образом, даже по истечении 18 ч в растворе, приготовленном для анализа, происходили изменения в значении электропроводности.

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

Таблица 2

Результаты измерения электропроводности, $\mu\text{См/см}$

Номер образца	Электропроводность через указанное время/процент от предыдущего значения									
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	6 ч	7 ч	8 ч	15 ч	18 ч
1	74,8	<u>80,1</u> 107	<u>83,0</u> 111	<u>85,9</u> 103	<u>87,1</u> 101	<u>87,2</u> 100	<u>87,6</u> 100	<u>88,2</u> 101	<u>93,5</u> 106	<u>94,8</u> 101
2	90,3	<u>92,7</u> 103	<u>96,3</u> 104	<u>98,5</u> 102	<u>99,3</u> 101	<u>100,0</u> 101	<u>102,5</u> 103	<u>103,7</u> 101	<u>110,4</u> 106	<u>112,1</u> 102
3	78,2	<u>81,5</u> 104	<u>83,8</u> 103	<u>86,3</u> 103	<u>86,9</u> 101	<u>87,0</u> 100	<u>87,6</u> 101	<u>90,9</u> 104	<u>91,2</u> 100	<u>94,6</u> 104
4	27,2	<u>32,7</u> 120	<u>36,2</u> 111	<u>38,3</u> 106	<u>41,4</u> 108	<u>42,9</u> 104	<u>44,1</u> 103	<u>45,6</u> 103	<u>51,7</u> 113	<u>53,8</u> 104
5	40,8	<u>44,6</u> 109	<u>47,5</u> 107	<u>50,1</u> 105	<u>52,0</u> 104	<u>53,4</u> 103	<u>55,3</u> 104	<u>55,4</u> 100	<u>63,4</u> 114	<u>67,7</u> 107
6	27,5	<u>32,5</u> 118	<u>35,3</u> 109	<u>35,5</u> 101	<u>40,4</u> 114	<u>41,8</u> 103	<u>43,4</u> 104	<u>44,7</u> 103	<u>53,7</u> 120	<u>54,6</u> 102

При проведении опыта по изучению особенностей влияния нейтрализующих веществ на кондуктивность торфяных субстратов было поставлено 8 вариантов с нормой внесения от 0,2 до 3 кг/м³.

Исследования по нейтрализации торфа проводились в лабораторных условиях при температуре 17–20°C, для проведения опыта брали стеклянные колбы объемом 150 мл.

Опыт проведен в 2-кратной повторности по каждому варианту. Доза внесения смеси доломитовой муки и мела рассчитана на 1 м³ сепарированного верхового торфа (фракция 0–7 мм) фрезерной заготовки.

При внесении доломитовой муки и мела реакция среды в субстрате изменяется в зависимости от дозы и продолжительности взаимодействия субстрата с известковым материалом. Для проведения опыта по нейтрализации торфяного субстрата доломитом и изменения электропроводности было поставлено 8 вариантов в 2-кратной повторности с нормой внесения от 0,2 до 3 кг/м³. Результаты опыта приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Изменение кислотности
и электропроводности верхового торфа
при внесении доломитовой муки**

Доза доломитовой муки, кг/м ³	pH _{кис}	Электропроводность, μСм/см
14.06.2023 (день постановки опыта)		
Контроль	1,86	59,7
0,2	2,05	68,3
0,5	2,10	73,2
1,0	2,21	77,9
1,5	2,48	81,3
2,0	2,52	85,0
2,5	2,69	89,3
3,0	2,80	92,7
21.06.2023		
Контроль	2,04	62,6
0,2	2,36	70,1
0,5	2,49	78,8
1,0	2,68	81,3
1,5	2,85	83,7
2,0	2,98	88,7
2,5	3,34	92,4
3,0	4,25	94,1
01.07.2023		
Контроль	2,30	63,1
0,2	2,68	72,0
0,5	2,75	83,6
1,0	2,86	86,8
1,5	3,04	88,6
2,0	3,26	91,2
2,5	3,92	93,3
3,0	4,54	98,3

Данные опыта показывают, что внесение доломитовой муки от 0,2 до 3 кг/м³ в торф фрезерной заготовки в процессе нейтрализации не приводит к существенному изменению электропроводности торфа.

На рис. 1 представлена динамика изменения электропроводности торфа фрезерной заготовки при внесении доломитовой муки в день постановки опыта, а также через 17 суток.

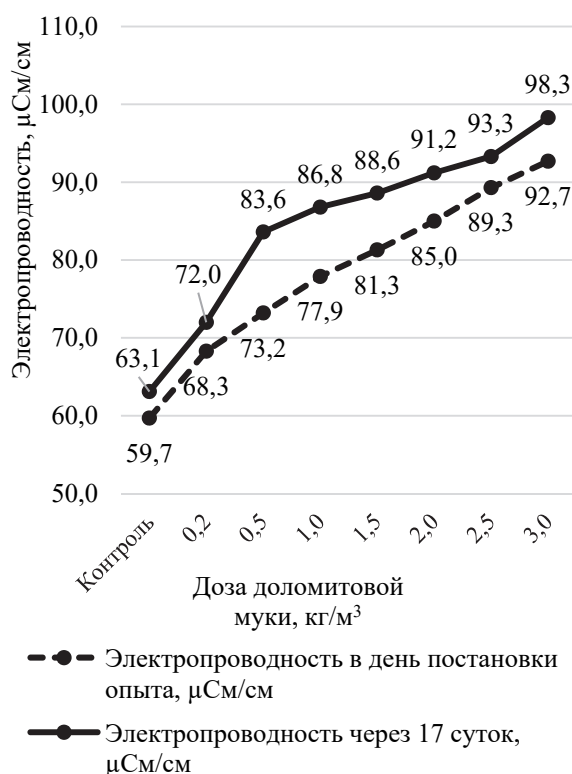


Рис. 1. Динамика изменения электропроводности торфа фрезерной заготовки при внесении доломита

Приведенные данные показывают, что от дозы вносимого нейтрализующего материала зависит изменение электропроводности торфа.

Изначально торф фрезерной заготовки имел электропроводность 63,1 μСм/см. При внесении доломита 0,2 кг/м³ электропроводность увеличивается в 1,1 раза (72,0 μСм/см), 0,5 кг/м³ — в 1,3 раза (83,6 μСм/см), 1 кг/м³ — в 1,4 раза (86,8 μСм/см), 1,5 кг/м³ — в 1,4 раза (88,6 μСм/см), 2 кг/м³ — в 1,4 раза (91,2 μСм/см), 2,5 кг/м³ — в 1,5 раза (93,3 μСм/см), 3 кг/м³ — в 1,6 раза (98,3 μСм/см).

При проведении опыта по нейтрализации торфяного субстрата мелом было поставлено 8 вариантов опыта в 2-кратной повторности с нормой внесения от 0,2 до 3 кг/м³.

Использование мела привело к постепенному изменению актуальной кислотности торфяного субстрата до pH_{кис} 1,86–4,73 и установлению реакции среды на 9–10-е сутки (табл. 4).

Таблица 4
Кислотность и электропроводность торфа при проведении нейтрализации с учетом нормы внесения мела

Норма мела, кг/м ³	pH _{KCl}	Электропроводность, мСм/см
14.06.2023 (день постановки опыта)		
Контроль	1,86	59,7
0,2	2,71	73,2
0,5	2,84	86,2
1,0	2,95	89,3
1,5	3,14	92,3
2,0	3,34	93,6
2,5	4,10	94,8
3,0	4,62	101,3
21.06.2023		
Контроль	2,16	65,8
0,2	2,93	76,4
0,5	3,02	89,4
1,0	3,16	95,6
1,5	3,29	98,2
2,0	3,45	103,6
2,5	4,52	104,8
3,0	4,59	106,1
01.07.2023		
Контроль	2,44	69,3
0,2	2,96	78,0
0,5	3,12	91,2
1,0	3,24	97,3
1,5	3,36	99,8
2,0	3,85	106,3
2,5	4,62	108,9
3,0	4,73	110,3

На рис. 2 представлена динамика изменения электропроводности торфа фрезерной заготовки при внесении мела в день постановки опыта, а также через 17 суток.

При внесении мела 0,2 кг/м³ электропроводность увеличивается в 1,1 раза (78,0 мСм/см), 0,5 кг/м³ – в 1,3 раза 91,2 мСм/см), 1 кг/м³ – в 1,4 раза (97,3 мСм/см), 1,5 кг/м³ – в 1,4 раза (99,8 мСм/см), 2 кг/м³ – в 1,5 раза (106,3 мСм/см), 2,5 кг/м³ – в 1,6 раза (108,9 мСм/см), 3 кг/м³ – в 1,7 раза (110,3 мСм/см).

По сравнению с мелом мука доломитовая при норме внесения 0,2–3 кг/м³ оказывает меньшее влияние на изменение электропроводности верхового торфа фрезерной заготовки.

Список литературы

1. Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления: автореф. дис. д-ра с.-х. наук. СПб.: Изд-во СПбЛТА, 1998. 47 с.
2. Шишкин П. В. Контроль технологических параметров при выращивании сельскохозяйственных культур // Гавриш. 2012. № 4. С. 15–17.
3. Жигунов А. В., Шевчук С. В. Производство контейнеризированных сеянцев. Л.: ЛенНИИЛХ, 1990. 30 с.
4. Смоляк Л. П. Болотные леса и их мелиорация. Минск: Наука и техника, 1969. 210 с.



Рис. 2. Динамика изменения электропроводности торфа фрезерной заготовки при внесении мела

Заключение. Заготовленный фрезерный торф с торфяного месторождения «Журавлевское» в филиале ПУ «Витебскторф» УП «Витебскоблгаз» представлен торфами верхового, переходного и низинного типа. Степень разложения и зольность торфа влияют на параметры электропроводности. После 18 ч отстаивания раствора в нем все равно происходило изменение в значении электропроводности.

От дозы и вида вносимого нейтрализующего материала зависит изменение электропроводности торфа. Внесение доломитовой муки в дозировке от 0,2 до 3 кг/м³ в процессе нейтрализации не приводит к существенному изменению электропроводности торфяного субстрата. Внесение доломитовой муки в дозировке от 0,2 до 3 кг/м³ изменяет электропроводность в 1,6 раза.

По сравнению с мелом доломитовая мука при дозе внесения 0,2–3 кг/м³ оказывает меньшее влияние на изменение электропроводности торфяного субстрата.

Внесение мела в дозировке от 0,2 до 3 кг/м³ изменяет электропроводность в 1,7 раза.

5. Пьявченко Н. И. Изменение биологической активности торфяных почв под воздействием мелиораций. Л.: Наука, 1982. 163 с.
6. Иванов А. Ф., Пономарева А. В., Дерюгина Т. Ф. Отношение древесных растений к влажности и кислотности почвы: монография. Минск: Наука и техника, 1966. 232 с.
7. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия / И. А. Шильников [и др.]. М.: ВНИИА, 2008. 340 с.
8. Яппаров А. Х., Алиев Ш. А., Биккинина Л. М.-Х. Известкование выщелоченного чернозема местной доломитовой мукой и ее влияние на урожайность и качество сельскохозяйственных культур // Состояние и пути повышения эффективности агрохимических исследований в Поволжье: материалы науч.-метод. совещания. М., 2010. С. 125–137.
9. Соколовский И. В., Домасевич А. А. Изменение реакции среды сепарированного верхового торфа // Труды БГТУ. 2016. № 1: Лесное хоз-во. С. 144–147.
10. Мел // Горная энциклопедия. URL: <http://www.mining-enc.ru> (дата обращения: 06.10.2023).
11. Известковое удобрение: пат. РФ 2078067 / Е. П. Скрипилин, А. Ф. Шишкин, Л. Ю. Лукин, А. А. Телевинов. Опубл. 27.04.1997.
12. Известковое удобрение: пат. РФ 2165400 / Е. П. Скрипилин, А. Г. Кузнецов, А. Ф. Шишкин, А. А. Телевинов, Л. Ю. Лукин. Опубл. 20.04.2001.
13. Хузиахметов Р. Х. Технология известковых удобрений и оценка их агрохимической эффективности // Вестн. Казан. технол. ун-та. 2013. Т. 16, № 21. С. 69–73.
14. Использование плавленого фосфорно-магниевого удобрения ПФМУ-2 при выращивании сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой / Е. В. Робонен [и др.] // Лесной вестник. 2006. № 6. С. 34–37.
15. STEP Systems GmbH – Soil – Water – Climate Testing Equipment – Professional Systems // STEP Systems. URL: <http://www.stepsystems.de/149-1-PNT-3000-Combi.html> (дата обращения: 07.10.2023).
16. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности: ГОСТ 11623-89. М.: Изд-во стандартов, 1990. 6 с.

References

1. Zhigunov A. V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy dlya lesovosstanovleniya. Avtoreferat dissertatsii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Theory and practice of growing a planting material with a closed root system for reforestation. Abstract of thesis PhD (Agriculture)]. St. Petersburg, SPbLTA Publ., 1998. 47 p. (In Russian).
2. Schischkin P. V. Control of technological parameters in the cultivation of crops. *Gavrish* [Gavrish], 2012, no. 4, pp. 15–17 (In Russian).
3. Zhigunov A. V., Shevchuk S. V. *Proizvodstvo konteynerizirovannykh seyantsev* [Production of containerized seedlings]. Leningrad, LenNIILHK Publ., 1990. 30 p. (In Russian).
4. Smolyak L. P. *Bolotnyye lesa i ikh melioratsiya* [Swamp forest and their reclamation]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1969. 210 p. (In Russian).
5. 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. (In Russian).
6. Ivanov A. F., Ponomareva A. V., Deryugina T. F. *Otnosheniye drevesnykh rasteniy k vlazhnosti i kislotnosti pochvy* [Relationship of woody plants to humidity and soil acidity]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1966. 232 p. (In Russian).
7. Shil'nikov I. A., Sychev V. G., Zelenov N. A., Akanova N. I., Fedotova L. S. *Izvestkovaniye kak faktor urozhaynosti i pochvennogo plodorodiya* [Liming as a factor for productivity and soil fertility]. Moscow, VNIIA Publ., 2008. 340 p. (In Russian).
8. Yapparov A. Kh., Aliev Sh. A., Bikkinina L. M.-Kh. *Liming leached Chernozem, a local dolomitic flour and its effect on yield and quality of crops. Sostoyaniye i puti povysheniya effektivnosti agrokhimicheskikh issledovaniy v Povolzh'ye: materialy nauchno-metodicheskogo soveshchaniya* [State and ways of improving the efficiency of agrochemical research in the Volga region: materials of the scientific and methodological meeting]. Moscow, 2010, pp. 125–137 (In Russian).
9. Sokolovskiy I. V., Domasevich A. A. The change of the reaction medium separated peat. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 1: Forestry, pp. 144–147 (In Russian).
10. Chalk. Available at: <http://www.mining-enc.ru> (accessed 06.10.2023).
11. Skripilin E. P., Shishkin A. F., Televinov A. A. *Izvestkovoye udobreniye* [Lime fertilizer]. Patent RF, no. 2078067, 1997 (In Russian).

12. Skripilin E. P., Kuznetsov A. G., Shishkin A. F., Televinov A. A., Lukin L. Yu. *Izvestkovoye udobreniye* [Lime fertilizer]. Patent RF, no. 2165400, 2001 (In Russian).

13. Huziakhmetov R. Kh. Technology lime fertilizers and agrochemical estimation of their efficiency. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazanskiy technological University], 2013, vol. 16, no. 21, pp. 69–73 (In Russian).

14. Robonen E. V., Zaytseva M. I., Chernobrovkina N. P., Lebedeva G. A., Ozerova G. P. The use of fused phosphorus-magnesium fertilizers PFMU-2 when growing seedlings of coniferous species with the closed root system. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2006, no. 6, pp. 34–37 (In Russian).

15. STEP Systems GmbH – Soil – Water – Climate Testing Equipment – Professional Systems. Available at: <http://www.stepsystems.de/149-1-PNT-3000-Combi.html> (accessed 07.10.2023).

16. 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).

Информация об авторах

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

Севрук Татьяна Дмитриевна – магистрант кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: tanjasevruk292@gmail.com

Information about the authors

Nosnikov Vadim Valer'evich – 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: nosnikov@belstu.by

Sevruk Tatyana Dmitrievna – Master's degree student, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tanjasevruk292@gmail.com

Поступила 15.10.2023