

УДК 630\*232

**В. В. Носников, А. В. Юреня, О. А. Селищева, А. М. Граник, М. Alam**  
Белорусский государственный технологический университет

### **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЛАЖНОСТИ СУБСТРАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ СМАЧИВАТЕЛЯ**

В статье изложены результаты исследований влияния различных доз смачивателя Fiba-zorb plus в составе субстрата на основе верхового торфа на поглощение влаги при поливе. Дозировка смачивателя в эксперименте составила 1, 2 и 3 кг/м<sup>3</sup>. Перед поливом торфяной субстрат был высушен до различных значений влажности с целью создания разных условий, которые могут наблюдаться при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой в теплице: критическая влажность (при влажности субстрата около 10% на абсолютно сухую навеску), нижний технологический уровень влажности (при влажности субстрата около 45% на влажную сухую навеску). При таких условиях были установлены: скорость впитывания воды комом торфяного субстрата, влажность после полива, потеря влаги субстратом при различных температурах. Таким образом, с помощью поставленного эксперимента была установлена оптимальная дозировка смачивателя Fiba-zorb plus, которая составила 2 кг/м<sup>3</sup>. При такой дозировке субстрат лучше впитывает влагу, повышается равномерность его смачивания и продолжительность удержания им воды.

**Ключевые слова:** субстрат торфяной, влажность субстрата, смачиватель, скорость впитывания, фильтрация.

**Для цитирования:** Носников В. В., Юреня А. В., Селищева О. А., Граник А. М., Alam М. Динамика показателей влажности субстрата в зависимости от дозы внесения смачивателя // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 2 (258). С. 72–78.

**V. V. Nosnikov, A. V. Yurenya, O. A. Selishcheva, A. M. Granik, M. Alam**  
Belarusian State Technological University

### **DYNAMICS OF SUBSTRATE HUMIDITY INDICATORS DEPENDING ON THE DOSE OF WETTING AGENT**

The article presents the results of studies of the effect of various doses of the wetting agent “white” “Fiba-zorb plus” in the composition of the substrate based on peat on the absorption of moisture during irrigation. The dosage of the wetting agent in the experiment was 1, 2 and 3 kg/m<sup>3</sup>. Before watering, the peat substrate was dried to various moisture levels in order to create various conditions that can be observed when growing container planting material in a greenhouse: critical humidity (at a substrate moisture content of about 10% for an absolutely dry sample), lower technological level (at a substrate moisture content of about 45% per wet dry sample). Under such conditions, the following were established: the rate of water absorption by a lump of peat substrate, humidity after irrigation, loss of moisture by the substrate at various temperatures. Thus, with the help of the experiment, the optimal dosage of the wetting agent “Fiba-zorb plus” was established, which was 2 kg/m<sup>3</sup>. With this dosage, the substrate absorbs moisture better, the uniformity of wetting and the duration of water retention by the substrate increase.

**Key words:** peat substrate, substrate moisture, wetting agent, absorption rate, filtration.

**For citation:** Nosnikov V. V., Yurenya A. V., Selishcheva O. A., Granik A. M., Alam M. Dynamics of substrate humidity indicators depending on the dose of wetting agent. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2022, no. 2 (258), pp. 72–78 (In Russian).

**Введение.** Верховой торф является наиболее распространенным компонентом растительных питательных сред. Гидрофобные органические вещества, такие как воски, смолы и органические кислоты, образуют неполярные «покрытия» на поверхности торфа [1]. Поэтому когда влажность субстрата уменьшается до 40% и ниже, эти компоненты могут проявлять гидрофобные свойства, и субстрат не может в достаточной

степени повторно впитывать влагу [2, 3]. Смачивающие агенты обычно смешиваются с субстратом для улучшения начального и повторного смачивания [4]. Они улучшают смачиваемость, водоудерживающую способность и воздухопроницаемость субстратов. Смачивающие агенты также могут улучшить рост и развитие растений за счет оптимизации доступности воды и питательных веществ для растений [1].

Особенно это важно для регионов с засушливым климатом, например стран Средиземноморья, где для использования прямого полива при лесовосстановлении важна высокая инфильтрационная способность почвы [5].

Существует три типа добавок, которые помогают преодолеть гидрофобные свойства торфяных субстратов [6, 7]: минеральные добавки (глина, кирпичная пыль, перлит, вермикулит, песок и цеолиты), синтетические органические добавки (неионогенные, амфотерные, катионные, анионные, пенополиуретановые и суперадсорбирующие полимеры) и натуральные органические добавки (растительные экстракты, например сапонины, юкка). Смачивающие агенты обычно вносятся во время производства питательных субстратов или при увлажнении. Иногда они поступают через системы полива. Несмотря на положительные свойства смачивателей, имеются сведения о некоторых неблагоприятных эффектах данных веществ на рост и развитие растений. Согласно литературным данным [8], смачиватели могут оказывать различное влияние на физиологические и метаболические процессы в растениях. Катионные смачиватели заряжены положительно и могут быть вредны для растений, поскольку могут нарушать ионный баланс клеточной мембраны. Неионногенные смачиватели не имеют заряда в растворе, химически менее активны и менее фитотоксичны, чем катионные или анионные [9]. Неионогенные смачиватели наиболее часто используются в растениеводстве. Большинство смачивающих агентов не опасны для растений, когда они применяются в рекомендованных дозировках. Однако при более высоких дозах некоторые смачиватели могут оказывать неблагоприятное воздействие на биохимические процессы, усиливая активность ферментов [8]. Отдельные вещества могут вызывать проблемы с проницаемостью клеточных мембран, которые влияют на количество и скорость поглощения и перемещения питательных веществ в растениях [8, 10]. Корневые системы растений могут быть чрезвычайно чувствительны к высоким дозировкам смачивающего агента, потому что их тонкие корни не имеют воскового слоя кутикулы, препятствующего абсорбции [8]. Высокие дозировки смачивателей могут подавлять прорастание семян и дальнейший рост корешков, а также приводить к появлению фаутовых, блеклых и медленно растущих растений [10]. Так, авторы публикации [11] приводят данные о неблагоприятном воздействии при дозировке, втрое превышающей рекомендуемую.

**Основная часть.** При выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой в теплице формируется повышенная температура,

способствующая быстрому высыханию торфяного субстрата. Впоследствии торф увеличивает гидрофобность, и с помощью полива сложно повторно увлажнить его до оптимального режима влажности. С целью изучения возможности лучшего промачивания торфяного субстрата был поставлен эксперимент с применением специализированного смачивателя Fiba-zorb plus.

Для постановки эксперимента из одной партии был отобран субстрат на основе верхового торфа, применяемый для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Этот субстрат достиг влажности воздушно-сухого состояния, и в нем для достоверности определения удерживаемой влаги была определена абсолютная влажность методом высушивания при температуре 105°C [12].

Влажность торфяного субстрата для проведения анализа при расчете на абсолютно сухую навеску составила в среднем 36,53%, на влажную – 26,76%. Динамика показателя влажности по образцам очень незначительная, что позволяет принять исходный торфяной субстрат для эксперимента, как имеющий равномерную влажность.

По результатам анализа содержания влаги в воздушно-сухом субстрате были приготовлены варианты опыта с применением смачивателя Fiba-zorb plus. Торфяной субстрат в воздушно-сухом состоянии объемом 2 дм<sup>3</sup> тщательно смешивался со смачивателем. Доза смачивателя устанавливалась из расчета по вариантам опыта 1, 2 и 3 кг/м<sup>3</sup> торфяного субстрата. Также для сравнения был использован чистый субстрат без применения смачивателя.

Для каждого варианта определялось количество воды, необходимое для достижения влажности субстрата приблизительно 50%. В качестве увлажнителя с целью исключения влияния карбонатов использовалась дистиллированная вода. Расчет влажности осуществлялся с учетом содержащейся влаги в воздушно-сухом субстрате. После добавления воды субстрат тщательно перемешивался до достижения образцом равномерного увлажнения.

Из каждого варианта торфяного субстрата, смешанного со смачивателем Fiba-zorb plus, были отобраны в чашки с отверстием на дне образцы для определения скорости впитывания. Объем чашек составлял 135 мл. Торфяной субстрат в них уплотнялся для имитации набивки кассет специализированной линией при производстве посадочного материала с закрытой корневой системой. Масса образцов в чашках составляла 33–34 г.

Каждый вариант опыта был заложен в трехкратной повторности (табл. 1) для установления достоверности закладываемого эксперимента.

Таблица 1

**Влажность торфяного субстрата при проведении анализа**

Вариант опыта	Масса, г			Влажность субстрата на влажную навеску, %	
	чашки с субстратом		субстрата	при замешивании	через сутки
	при замешивании	через сутки			
3 кг/м <sup>3</sup>	177,58	174,01	33,19	51,1	45,2
	180,76	177,29	34,00	51,0	45,4
	187,34	183,91	33,20	51,6	46,1
2 кг/м <sup>3</sup>	170,62	167,19	33,77	50,5	44,9
	170,93	167,29	33,40	50,6	44,5
	179,72	176,32	33,63	51,0	45,5
1 кг/м <sup>3</sup>	184,62	180,76	33,48	51,4	45,1
	178,74	174,86	33,38	51,1	44,6
	165,46	161,71	33,31	50,3	44,0
Контроль	183,80	179,88	33,67	51,3	44,9
	174,74	170,54	33,14	50,9	43,8
	180,69	176,84	33,65	51,1	44,8
Среднее значение			33,49	50,98	44,89

Таблица 2

**Влияние смачивателя Fiba-zorb plus на изменение влажности торфяного субстрата при поливе**

Вариант опыта	Влажность субстрата, %			Масса впитанной воды, г	
	на влажную навеску		средняя	поглощенной субстратом	средняя
	до увлажнения	после увлажнения			
3 кг/м <sup>3</sup>	45,2	77,1	76,45	41,31	39,38
	45,4	76,4		40,12	
	46,1	75,8		36,70	
2 кг/м <sup>3</sup>	44,9	77,0	77,03	42,39	42,02
	44,5	77,4		43,35	
	45,5	76,7		40,32	
1 кг/м <sup>3</sup>	45,1	77,1	77,13	41,31	42,12
	44,6	77,1		41,82	
	44,0	77,3		43,24	
Контроль	44,9	76,3	75,70	39,45	37,92
	43,8	75,2		36,61	
	44,8	75,6		37,71	

В среднем по образцам в чашках масса торфяного субстрата составила 33,49 г с малым диапазоном различия от 33,14 до 34,00 г, что обеспечивало однородные условия проведения эксперимента.

Для равномерного уплотнения при набивке чашек использовался влажный субстрат. В среднем его влажность на влажную навеску составляла 50,98% с диапазоном различия от 50,3% до 51,6%.

Перед началом эксперимента влажность субстрата была предварительно снижена до уровня, близкого к нижней границе необходимости полива кассет при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой в теплице. Потеря влажности за сутки при температуре +22°C составляла в среднем 6,1%. Влажность в образцах субстрата была в среднем 44,89% с диапазоном различия от 43,8 до 46,1%.

В дальнейшем было проведено определение количества поглощаемой влаги и скорости

фильтрации торфяного субстрата при поливе. В каждую чашку приливалось 50 мл дистиллированной воды с созданием слоя-напора на субстрате, который составлял в среднем около 1 см. Определялась скорость впитывания влаги по полному исчезновению водного слоя с поверхности. После впитывания воды через 20 мин, когда фильтруемая сквозь торфяной субстрат влага прекращала просачиваться с нижнего отверстия чашки, была определена масса чашек с субстратом для установления количества поглощенной воды (табл. 2).

Анализируя результаты влияния смачивателя Fiba-zorb plus на регулирование влажности торфяного субстрата при поливе (табл. 3), было установлено, что его влажность после полива увеличилась в среднем от 44,89 до 76,58%.

Эта величина несколько превышает верхний предел влажности торфяного субстрата, которой необходимо достичь при поливе во

время выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. Отмечены небольшие различия по средней величине влажности субстрата по вариантам опыта. Варианты с внесением смачивателя 1 и 2 кг/м<sup>3</sup> достигли влажности субстрата более 77%, с дозировкой 3 кг/м<sup>3</sup> она составила в среднем 76,45%, а в контрольном варианте без внесения смачивателя – 75,70%. Аналогичные различия большей величины были установлены при определении массы впитанной воды субстратом. Варианты с внесением смачивателя 1 и 2 кг/м<sup>3</sup> впитали более 42 мл воды, с дозировкой 3 кг/м<sup>3</sup> объем воды в среднем составил 39,4 мл, а в контрольном варианте без внесения смачивателя – 37,9 мл.

В табл. 3 представлены результаты определения влажности субстрата при расчете ее на абсолютно сухую навеску. Также установлена скорость впитывания субстратом воды по вариантам опыта с учетом влияния смачивателя Fiba-zorb plus.

Как видно из табл. 3, после добавления дистиллированной воды средняя влажность образцов торфяного субстрата с внесением 1 и 2 кг/м<sup>3</sup> достигла более 335% на абсолютно сухую навеску, тогда как при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup> в среднем она составила 324,9%. В контрольном варианте без внесения смачивателя она значительно ниже и составила в среднем 311,6%. Существенные различия были установлены по скорости впитывания торфяным субстратом слоя влаги с поверхности с различной дозой внесения смачивателя. При дозировке смачивателя 2 кг/м<sup>3</sup> время впитывания слоя напора составило в среднем 12,47 с, при дозировке 1 кг/м<sup>3</sup> – 14,87 с, а при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup> и в контрольном варианте – более 20,52 с.

Предварительно можно отметить, что на увлажнение субстрата добавление смачивателя Fiba-zorb plus оказывает положительное влияние при дозировке 1 и 2 кг/м<sup>3</sup>. Это способствует

увеличению удерживаемой влаги более чем на 1% из расчета на влажную навеску, различия по впитыванию влаги из расчета на абсолютно сухую навеску более значительные и составили более 25% по сравнению с контролем. Также при дозировке 1 кг/м<sup>3</sup> и особенно 2 кг/м<sup>3</sup> скорость впитывания торфяного субстрата в 1,6 раза выше по сравнению с контролем и дозировкой 3 кг/м<sup>3</sup>.

При выращивании посадочного материала в теплице в вегетационный период при повышенных температурах летом часто происходит быстрое иссушение торфяного субстрата. В это время в теплице температура может достигать 30°C и более. Для имитации данного процесса в лабораторных условиях субстрат был подсушен при температуре 50°C в течение 10 ч, чтобы установить влияние различных доз смачивателя на удержание влаги субстратом при высыхании, а также на последующее ее впитывание и скорость промачивания (табл. 4).

Как видно из табл. 4, после высушивания субстрата при температуре 50°C, наибольшую влажность имели образцы торфяного субстрата с дозировкой 2 кг/м<sup>3</sup>, которая достигла в среднем 14,27% при расчете влажности на абсолютно сухую навеску. Несколько ниже она наблюдалась в субстратах с дозировкой 1 кг/м<sup>3</sup> – в среднем 9,35%. В варианте с дозировкой 3 кг/м<sup>3</sup> она оказалась значительно ниже – 6,77%, что меньше значения контрольного образца, в котором она составила 7,79%.

После увлажнения субстрата наибольшее количество поглотили варианты с дозировкой 2 кг/м<sup>3</sup> – в среднем 166,24%, при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup> – 130,11%, при дозировке 1 кг/м<sup>3</sup> – 104,22%, в контрольном варианте без внесения смачивателя эта цифра составила 110,35%.

Таблица 3

**Скорость промачивания торфяного субстрата в пределах диапазона увлажнения по ТУ**

Вариант опыта	Влажность субстрата, %			Скорость впитывания воды, с	
	на абсолютно сухую навеску		средняя	по вариантам опыта	средняя
	до увлажнения	после увлажнения			
3 кг/м <sup>3</sup>	82,3	336,6	324,85	15,56	20,53
	83,2	323,9		21,18	
	85,4	314,0		24,85	
2 кг/м <sup>3</sup>	81,3	334,7	335,40	10,34	12,47
	80,3	343,0		11,49	
	83,6	328,5		15,59	
1 кг/м <sup>3</sup>	82,0	335,8	337,33	13,93	14,87
	80,6	336,6		14,64	
	78,5	339,6		16,04	
Контроль	81,3	321,8	311,60	17,07	20,52
	77,8	302,8		26,88	
	81,1	310,2		17,60	

Таблица 4

**Скорость промачивания торфяного субстрата при сильном высыхании**

Вариант опыта	Влажность субстрата на абсолютно сухую навеску, %			Скорость впитывания воды, мин/с/сотые	
	до увлажнения	после увлажнения	средняя до/после	по вариантам опыта	средняя
3 кг/м <sup>3</sup>	3,7	129,3	6,77/130,11	11/21/85	12/07/80
	12,8	138,9		11/26/97	
	3,9	122,1		13/34/59	
2 кг/м <sup>3</sup>	17,0	176,9	14,27/166,24	07/36/82	07/09/39
	15,6	174,5		06/18/41	
	10,2	147,4		07/32/93	
1 кг/м <sup>3</sup>	4,2	98,8	9,35/104,22	08/11/74	07/23/85
	12,6	106,1		07/01/08	
	6,6	107,7		06/58/74	
Контроль	17,6	135,0	7,79/110,35	09/13/14	08/41/54
	9,5	120,3		07/52/07	
	1,0	75,8		08/59/41	

По сравнению с впитыванием воды влажным субстратом в первом эксперименте скорость впитывания значительно снизилась от десятков секунд до нескольких минут. При дозировке 2 кг/м<sup>3</sup> впитывание слоя-напора составило в среднем 7 мин 09,39 с, при дозировке 1 кг/м<sup>3</sup> – 7 мин 23,85 с, а при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup> – более 12 мин 07,80 с. В контрольном варианте время впитывания воды оказалось ниже, чем при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup>, и составило 8 мин 41,54 с.

В целом можно отметить, что значительное высыхание субстрата отрицательно влияет на его последующее смачивание. При внесении воды сильно высушенный субстрат смачивался не полностью, и влажность после смачивания составила по вариантам опыта от 75,8 до 176,9% на абсолютно сухую навеску, тогда как при увлажнении более влажного субстрата после смачивания (табл. 3) она достигала от 302,8 до

343,0% на абсолютно сухую навеску. Наибольшее количество влаги впитали образцы торфяного субстрата с дозировкой 2 кг/м<sup>3</sup>. При этом в обоих экспериментах происходила фильтрация влаги сквозь торфяной субстрат. Также скорость впитывания влаги торфяного субстрата при его значительном иссушении достигла наивысшего значения при дозировке смачивателя 2 кг/м<sup>3</sup>.

При выращивании посадочного материала в теплице в оптимальных условиях с регулированием температуры также происходит постепенное высыхание торфяного субстрата. В этот период в теплице температура обычно составляет около 30°C. В лабораторных условиях субстрат был также подсушен при температуре 30°C в течение 2 суток до снижения влажности, чтобы установить влияние смачивателя на удержание влаги, а также на последующее ее впитывание и скорость промачивания (табл. 5) после подсыхания субстрата.

Таблица 5

**Скорость промачивания торфяного субстрата при нормальном иссушении**

Вариант опыта	Влажность субстрата на абсолютно сухую навеску, %			Скорость впитывания воды, мин/с/сотые	
	до увлажнения	после увлажнения	средняя до/после	по вариантам опыта	средняя
3 кг/м <sup>3</sup>	56,4	211,7	48,19/205,05	04/25/09	03/21/66
	53,3	234,2		03/16/26	
	34,9	169,2		02/23/64	
2 кг/м <sup>3</sup>	69,3	265,3	65,39/250,93	01/56/47	02/27/15
	72,2	265,6		02/02/89	
	54,8	222,0		03/22/10	
1 кг/м <sup>3</sup>	36,9	153,4	47,86/166,58	06/07/90	05/16/50
	44,2	172,1		04/28/11	
	42,5	174,3		05/13/48	
Контроль	64,8	213,7	41,17/177,58	05/06/18	05/19/79
	55,9	185,8		05/24/29	
	23,0	133,3		05/28/89	

По результатам исследования (табл. 5) после высушивания субстрата при температуре 30°C наибольшее количество воды удержали образцы с дозировкой 2 кг/м<sup>3</sup>, где влажность достигла в среднем 65,39% при расчете на абсолютно сухую навеску. Несколько ниже она оказалась в субстратах с дозировкой 1 и 3 кг/м<sup>3</sup> – в среднем 47,86 и 48,19% по вариантам опыта соответственно. В контрольном варианте влажность еще более снизилась и составила в среднем 41,17%. После увлажнения субстрата наибольшее количество влаги поглотили варианты с дозировкой 2 кг/м<sup>3</sup> – в среднем 250,93%, при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup> – 205,05%, при дозировке 1 кг/м<sup>3</sup> – 166,58%, в контрольном варианте без внесения смачивателя влажность составила 177,58%. По сравнению с впитыванием воды торфяным субстратом в первом эксперименте скорость впитывания значительно снизилась от десятков секунд до нескольких минут. При дозировке 2 кг/м<sup>3</sup> впитывание слоя-напора составило в среднем 2 мин 27,15 с, при дозировке 3 кг/м<sup>3</sup> – 3 мин 21,66 с, а при дозировке 1 кг/м<sup>3</sup> и в контрольном варианте оно имело близкие средние значения – 5 мин 16,50 с и 5 мин 19,79 с соответственно. Это говорит о том, что эффективность действия

смачивателя во многом определяется влажностью субстрата.

При внесении воды влажность после смачивания составила по вариантам опыта от 133,3 до 265,6% на абсолютно сухую навеску. Наибольшее количество влаги впитали образцы торфяного субстрата с дозировкой 2 кг/м<sup>3</sup>. Также скорость впитывания влаги торфяного субстрата при его значительном иссушении наивысшего значения достигла при дозировке смачивателя 2 кг/м<sup>3</sup>.

**Заключение.** По результатам экспериментов можно отметить, что при увлажнении торфяного субстрата добавление смачивателя Fibazorb plus оказывает положительное влияние на водный режим семян с закрытой корневой системой. Оптимальная дозировка смачивателя составляет 2 кг/м<sup>3</sup>, при которой происходит наибольшее удержание влаги в процессе постепенного высушивания. Это подтверждается при различных режимах высушивания (при температуре 50 и 30°C). Также при такой дозировке достигается лучшая скорость промачивания субстрата при различных режимах высушивания и наивысшая влагопоглотительная способность.

### Список литературы

1. Fields J. S., Fonteno W. C., Jackson B. E. Hydration efficiency of traditional and alternative greenhouse substrate components // *HortScience*. 2014. No. 49. P. 336–342.
2. Reed D. W. *Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops*. Illinois, USA: Ball Publishing Inc., 1996. 324 p.
3. Michel J. C., Rivière L. M., BellonFontaine M. N. Measurement of the wettability of organic materials in relation to water content by capillary rise method // *Eur. J. Soil Sci.* 2001. No 52. P. 459–467.
4. Michel J. C. Influence of clay addition on physical properties and wettability of peat growing media // *HortScience*. 2009. No. 44. P. 1694–1697.
5. Martínez de Azagra Paredes A., Del Río San José J., Reque Kilchenmann J., Diez Hernández J. M., Sanz Ronda F. J. Methods for Watering Seedlings in Arid Zones // *Forests*. 2022. No. 13. P. 351. DOI:10.3390/f13020351.
6. Bragg N., McCann A. The use of wetting agents in modern substrates production // *Peat in Horticulture Additives in Growing Media: International Peat Symposium*. Amsterdam, 2003. 95 p.
7. Cattivello C. Behaviour of natural wetting agents by plant extracts on peat-based substrates // *Acta Hort.* 2009. No. 819. P. 235–242.
8. Tu M., Randall J. M. Adjuvants. Chapter 8 // *Tools & Techniques for Use in Natural Areas*. Washington: Utah State University, 2001. P. 171–175.
9. Bunt A. C. *Media and Mixes for Container Grown Plants*. London, UK: Unwin Hymen Ltd., 1988. 309 p.
10. Czarnota M., Thomas P. Using surfactants, wetting agents, and adjuvants // *Greenhouse Bulletin* 2013. No. 1314. P. 8.
11. Reza Nemati M., Jeong K. Y. Wetting agent effects on plant growth // *Acta Horticulturae*. 2017. No. 1168. P. 63–70.
12. Соколовский И. В., Домасевич А. А., Юрени А. В. Практикум по почвоведению с основами земледелия. Минск: БГТУ, 2016. 184 с.

### References

1. Fields J. S., Fonteno W. C., Jackson B. E. Hydration efficiency of traditional and alternative greenhouse substrate components. *HortScience*, 2014, no. 49, pp. 336–342.
2. Reed D. W. *Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops*. Illinois, USA, Ball Publishing Inc., 1996. 324 p.

3. Michel J. C., Rivière L. M., BellonFontaine M. N. Measurement of the wettability of organic materials in relation to water content by capillary rise method. *Eur. J. Soil Sci.*, 2001, no. 52, pp. 459–467.
4. Michel J. C. Influence of clay addition on physical properties and wettability of peat growing media. *HortScience*, 2009, no. 44, pp. 1694–1697.
5. Martínez de Azagra Paredes A., Del Río San José J., Reque Kilchenmann J., Diez Hernández J. M., Sanz Ronda F. J. Methods for Watering Seedlings in Arid Zones. *Forests*, 2022, no. 13, p. 351. DOI:10.3390/f13020351.
6. Bragg N., McCann A. The use of wetting agents in modern substrates production. *Peat in Horticulture Additives in Growing Media: International Peat Symposium*. Amsterdam, 2003. 95 p.
7. Cattivello C. Behaviour of natural wetting agents by plant extracts on peat-based substrates. *Acta Horti*, 2009, no. 819, pp. 235–242.
8. Tu M., Randall J. M. Adjuvants. Chapter 8. *Tools & Techniques for Use in Natural Areas*, Washington, Utah State University, 2001, pp. 171–175.
9. Bunt A. C. Media and Mixes for Container Grown Plants. London, UK, Unwin Hymen Ltd., 1988. 309 p.
10. Czarnota M., Thomas P. Using surfactants, wetting agents, and adjuvants. *Greenhouse Bulletin*, 2013, no. 1314, p. 8.
11. Reza Nemati M., Jeong K. Y. Wetting agent effects on plant growth. *Acta Horticulturae*, 2017, no. 1168, pp. 63–70.
12. 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. (In Russia).

#### Информация об авторах

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

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

**Селищева Оксана Александровна** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: oksana\_selishchava@mail.ru

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

**Alam Michel** – аспирант кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: michelalalam@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

**Yurenaya Andrey Vladimirovich** – 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: yurenaya@belstu.by

**Selishcheva Oksana Aleksandrovna** – 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: oksana\_selishchava@mail.ru

**Granik Aleksandr Mikhaylovich** – Master of Agriculture, Assistant Lecturer, 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

**Alam Michel** – PhD student, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: michelalalam@gmail.com

Поступила 28.02.2022