

УДК 630*232.329

А. В. Юрения, Н. И. Якимов, А. М. Граник

Белорусский государственный технологический университет

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И КИСЛОТНОСТЬ СУБСТРАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОНТЕЙНЕРИЗИРОВАННЫХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ

Приводятся результаты исследований содержания подвижных форм фосфора и калия, аммонийного азота, подвижных соединений железа и суммы обменных оснований кальция и магния в субстрате в начале и конце периода вегетации при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской в контейнерах. Содержание элементов питания в субстрате к концу вегетации значительно снизилось. Количество подвижных форм фосфора уменьшилось в 2,3 раза, калия – в 2 раза, аммиачного азота – в 19 раз, обменных оснований кальция и магния – в 1,5 раза. Это связано с потреблением сеянцами элементов питания, а также с их вымыванием из субстрата при поливах. Поэтому для поддержания необходимого баланса питательных веществ в субстрате в течение периода вегетации следует соблюдать научно обоснованную систему подкормок. Кислотность субстрата также снизилась с 5,2 до 6,3 pH. Вода для полива имеет кислотность, близкую к нейтральной (pH = 7,1). Для поддержания оптимальной кислотности субстрата величина pH поливной воды должна находиться в пределах, не превышающих 5,5–6,0. Поэтому при использовании воды для полива с нейтральной кислотностью необходимо проводить мероприятия по ее подкислению.

Ключевые слова: субстрат, элементы питания, показатели биометрические, сеянец, кислотность.

A. V. Yurenja, N. I. Yakimov, A. M. Granik

Belarusian State Technological University

THE CONTENT OF NUTRIENTS AND THE ACIDITY OF THE SUBSTRATE FOR GROWING CONTAINERIZED SEEDLINGS OF PINE AND SPRUCE

The results of studies of the content of mobile forms of phosphorus and potassium, ammonia nitrogen, mobile iron compounds and the sum of exchangeable bases of calcium and magnesium in the substrate at the beginning and end of the growing season when seedlings of Scots pine and Norway spruce in containers. The content of nutrients in the substrate to the end of the growing season has decreased significantly. The number of mobile forms of phosphorus has decreased in 2.3 times, potassium 2 times, ammonia nitrogen up to 19 times exchangeable bases of calcium and magnesium in 1.5 times. This is due to the consumption of the seedlings of nutrients, as well as their leaching from the substrate during irrigation. Therefore, to maintain the necessary balance of nutrients in the substrate during the vegetation period it is necessary to observe a scientific system of fertilization. The acidity of the substrate also decreased from 5.2 to 6.3 pH. Water for irrigation has the acidity close to neutral (pH = 7.1). To maintain the optimum acidity of the substrate, the pH of irrigation water should be in the range of not higher than 5.5 to 6.0. Therefore, when using irrigation water with neutral acidity is necessary to carry out activities according to its acidification.

Key words: substrate, nutrients, biometric parameters, seedling, acidity.

Введение. Важное место при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой занимает режим минерального питания в связи с ограниченным объемом контейнера и быстрым использованием запаса питательных веществ, содержащихся в субстрате. Большое значение при этом имеет наличие элементов питания в доступных для растений формах. На усвоемость элементов питания и на рост и развитие растений влияют многочисленные факторы, среди которых важную роль

играют степень влажности субстрата и качество воды для полива.

В процессе роста посадочного материала происходят изменения химических свойств субстрата с расходом питательных элементов за счет поглощения корневыми системами сеянцев. Также при интенсивном поливе часть элементов питания вымывается водой из субстрата кассет. К тому же часть соединений, содержащих питательные элементы, разрушают и поглощают микроорганизмы, которые находятся в субстрате.

Содержание доступных питательных элементов в субстрате формируется за счет внесенного основного удобрения, подкормок, проводимых в процессе роста, и незначительная часть за счет разложения органического вещества и высвобождения доступных элементов.

Применение различных видов удобрений по-разному воздействует на торфяной субстрат и приводит к существенному изменению его кислотности. Кроме того, на изменение кислотности влияют и свойства воды, используемой для полива. В торфяных субстратах часть элементов питания связывается его органической частью и становится недоступной для растений. Поэтому общие правила обеспечения минеральным питанием растений за счет удобрений не могут в полной мере быть применимы к торфяным субстратам. В этой связи важно проследить изменение содержания элементов питания в субстрате в начале и конце вегетационного периода для установления оптимальных доз внесения удобрений.

Основная часть. Исследования проводились в тепличном хозяйстве ГЛХУ «Островецкий лесхоз». Субстрат для выращивания сеянцев на основе верхового торфа с добавлением минеральных удобрений готовился в Республиканском лесном селекционно-семеноводческом центре, им заполнялись кассеты и засевались семенами сосны и ели. Засеванные контейнеры семенами ели были установлены в теплице в начале мая, а контейнеры с засеванными семенами сосны – в середине июня. В середине июня нельзя достичь оптимальных условий для прорастания семян и начального роста сеянцев вследствие высокой температуры воздуха и субстрата в условиях закрытого грунта. Частые поливы для снижения температуры воздуха могут даже усугубить ситуацию ввиду переув-

лажнения субстрата и вымывания из него элементов питания.

Для определения изменения химических свойств субстрата в начале и конце периода вегетации были отобраны смешанные образцы в 3-кратной повторности из разных кассет. При выращивании сеянцев в теплице в конце периода вегетации была отмечена их дифференциация по высоте, которая наблюдалась визуально и подтверждалась измерениями биометрических показателей. С целью определения причины различных показателей роста в разных кассетах для сравнения отбирались образцы субстрата из ячеек кассет с сеянцами с высокими и низкими биометрическими показателями.

Варианты отбора образцов субстрата из кассет приведены в табл. 1. Влажность субстрата устанавливалась по стандартным методикам [1]. Для определения химических свойств субстрата применялись следующие методы исследования: величина pH – с помощью pH-метра в солевой вытяжке KCl [2]; обменный калий – по методу А. Д. Масловой на пламенном фотометре [3]; подвижные формы фосфора – по методу А. Т. Кирсанова колориметрическим методом в солянокислой вытяжке [4]; подвижный аммиачный азот – колориметрическим методом в солянокислой вытяжке [5].

Торф, используемый для приготовления субстрата, имеет очень высокую поглотительную способность и может удерживать влаги в несколько раз больше, чем масса сухого торфа. Отношение массы содержащейся в торфе влаги к общей массе торфа или к массе сухого вещества, выраженное в процентах, называется влажностью торфа.

В табл. 2 приведены результаты определения влажности субстрата в кассетах в начале и в конце периода вегетации.

Таблица 1

Варианты отбора образцов субстрата из кассет с сеянцами с закрытой корневой системой

Варианты образцов		Характеристика образцов
Образцы субстрата в начале и в конце периода вегетации		
1	Субстрат из ячеек кассет с сеянцами ели европейской (отбор образцов 04.05.2015)	
2	Субстрат из ячеек кассет с сеянцами ели европейской (отбор образцов 14.08.2015)	
Образцы субстрата из кассет с высокими и низкими биометрическими показателями сеянцев (отбор образцов 23.09.2015)		
3	Субстрат из ячеек кассет с сеянцами ели европейской с высокими биометрическими показателями	
4	Субстрат из ячеек кассет с сеянцами ели европейской с низкими биометрическими показателями	
5	Субстрат из ячеек кассет с сеянцами сосны обыкновенной с высокими биометрическими показателями	
6	Субстрат из ячеек кассет с сеянцами сосны обыкновенной с низкими биометрическими показателями	

Таблица 2
Результаты определения влажности
субстрата в кассетах

Время отбора образцов	Влажность на сухую навеску, %	Влажность на влажную навеску, %
В начале вегетации (04.05.2015)	133,3	70,0
В конце вегетации (23.09.2015)	115,3	63,5

Как видно из табл. 2, влажность субстрата в контейнерах с сеянцами в начале и конце вегетации примерно одинакова. В начале вегетации влажность субстрата при расчете на сухую навеску составляла 133,3%, а на влажную навеску – 70,0%, что несколько больше оптимальной (60%), но являлась приемлемой. В конце вегетационного периода абсолютная влажность субстрата составила 115,3%, а относительная – 63,5%, что практически соответствует оптимальному значению. На основании исследований можно заключить, что влажность субстрата в процессе выращивания поддерживалась на необходимом уровне и поливы выполнялись регулярно с необходимыми нормами.

Результаты химического анализа содержания основных питательных элементов в образцах субстрата приведены в табл. 3.

Как видно из приведенных данных, содержание элементов питания в субстрате к концу периода вегетации значительно снизилось. Так, содержание подвижных форм фосфора уменьшилось в 2,3 раза, калия – в 2 раза, аммиачного азота – в 19 раз, обменных оснований кальция и магния – в 1,5 раза.

Это связано как с потреблением сеянцами элементов питания, так и с их вымыванием из субстрата при поливах. Поэтому для поддержания необходимого баланса питательных веществ в субстрате следует увеличить количество

во подкормок и норму внесения удобрений при их проведении. Кислотность субстрата также уменьшилась с 5,2 до 6,3 pH. Оптимальной кислотностью для роста сеянцев ели является 5,0–5,5 pH. Если в начале выращивания величина кислотности субстрата соответствовала норме, то в конце вегетации она вышла за оптимальные пределы. Такое изменение можно объяснить свойствами воды, используемой для полива (табл. 4).

Вода для полива имеет нейтральную кислотность ($\text{pH} = 7,1$), а для поддержания оптимальной кислотности субстрата кислотность поливной воды должна находиться в пределах, не превышающих 5,5–6,0 pH. Поэтому при использовании воды для полива с нейтральной кислотностью необходимо проводить мероприятия по ее подкислению. При этом следует учитывать, что показатели кислотности воды в течение вегетационного периода могут изменяться, поэтому периодически важно осуществлять контроль ее кислотности.

Одним из показателей качества воды является ее кондуктивность (электропроводимость воды). Кондуктивность зависит от концентрации растворенных в воде ионов, которые увеличивают ее электропроводимость. Их количество обычно прямо пропорционально электропроводимости воды. Кондуктивность воды, предназначенной для полива, не должна превышать 0,5 mS/cm, или 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [6].

Из табл. 4 видно, что вода имеет кондуктивность 438 $\mu\text{S}/\text{cm}$ и по этому показателю приближается к уровню качественной воды (500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Высоким является также содержание растворенных солей (215 mg/l), и в связи с этим наблюдается значительная концентрация катионов Ca (72 mg/l) и Mg (27,6 mg/l).

Химические свойства субстрата в кассетах с высокими и низкими биометрическими показателями сеянцев представлены в табл. 5.

**Изменение химических свойств субстрата в начале и конце периода вегетации
при выращивании сеянцев ели европейской**

Дата отбора образца	pH в KCl	P ₂ O ₅	Fe ³⁺	K ₂ O	NH ⁴⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺
		мг-экв/100 г сухого субстрата				мг-экв/100 г субстрата
04.05.2015	5,2	197,3	4,0	65,0	773,3	60,0
14.08.2015	6,3	87,0	3,0	31,0	40,3	39,0

**Таблица 4
Характеристика воды, используемой для полива сеянцев в теплице**

pH	HCO ³⁻ , мг-экв/л	EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	TDS, мг/л	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ , мг-экв/л	Ca ²⁺ , мг/л	Mg ²⁺ , мг/л	Al ³⁺	
							мг-экв/л	мг/л
7,1	0,134	438,0	215,0	5,9	72	27,6	0,16	1,44

Таблица 5

**Химические свойства субстрата в кассетах с высокими
и низкими показателями роста сеянцев**

Варианты	Порода	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, мг-экв/100 г субстрата	NH_4^+	P_2O_5	K_2O
		мг/100 г субстрата			
Субстрат из ячеек кассет с сеянцами с высокими биометрическими показателями					
1	Ель	48,4	34,76	95,3	30,5
	Сосна	45,4	41,91	121,8	8,4
Субстрат из ячеек кассет с сеянцами с низкими биометрическими показателями					
2	Ель	50,9	32,10	10,1	11,8
	Сосна	48,0	35,64	27,1	6,6

В первом варианте приведены результаты анализов субстратов из кассет с высокими показателями роста сеянцев, а во втором варианте – с низкими биометрическими показателями.

Из данных табл. 5 видно, что различие в содержании обменных оснований кальция и магния между вариантами составляет не более 2,5–2,6 мг-экв/100 г субстрата, что незначительно.

Содержание подвижных форм аммонийного азота также не имеет существенных различий в субстратах сеянцев ели европейской и сосны обыкновенной с высокими и низкими биометрическими показателями. Отмечается только некоторое превышение содержания NH_4^+ в субстрате сеянцев сосны обыкновенной с высокими показателями роста.

Содержание подвижных форм фосфора между вариантами значительно отличается. В субстрате сеянцев ели европейской с низкими биометрическими показателями оно меньше в 9,4 раза, а в субстрате сеянцев сосны – в 4,5 раза.

Также отмечается различие по содержанию обменного калия в субстрате сеянцев с высокими и низкими биометрическими показателями. В образцах субстрата сеянцев ели европейской в первом варианте содержание калия в 2,6 раза, а сосны в 1,3 раза выше по сравнению со вторым вариантом.

Таким образом, сеянцы с хорошим ростом произрастают в кассетах с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия, а низкие показатели роста имеют сеянцы с небольшой обеспеченностью субстрата этими элементами. Разницу в показателях роста сеянцев между разными кассетами можно объяснить только неравномерным распределением элементов питания в субстрате.

Заключение. В процессе роста сеянцев происходят изменения химических свойств субстрата с расходом питательных элементов за счет поглощения корневыми системами сеянцев. Также при интенсивном поливе часть элементов питания вымывается водой из субстрата.

Содержание элементов питания в субстрате контейнеров с сеянцами к концу вегетации значительно снизилось. Так, содержание подвижных форм фосфора уменьшилось в 2,3 раза, калия – в 2 раза, аммиачного азота – в 19 раз, обменных оснований кальция и магния – в 1,5 раза. Поэтому для поддержания необходимого баланса питательных веществ в субстрате следует в течение периода вегетации соблюдать научно обоснованную систему подкормок, а также нормы полива для предотвращения излишнего вымывания водорастворимых удобрений. При этом особое внимание необходимо обратить на своевременность и регулярность проведения корневых и внекорневых подкормок.

Кислотность субстрата также уменьшилась. В начале выращивания величина кислотности субстрата соответствовала норме и была равной 5,2 pH, а в конце вегетации она вышла за оптимальные пределы и составила 6,3 pH. Поэтому следует контролировать кислотность поливной воды и при необходимости выполнять ее подкисление органическими и неорганическими кислотами.

Большое влияние на рост сеянцев оказывают поливы. Влажность субстрата в процессе выращивания должна поддерживаться на необходимом уровне и составлять 60–70%. Для этого поливы следует выполнять с необходимыми нормами и добиваться равномерного распределения поливной воды. При неравномерном поливе в одни кассеты попадает больше воды, а в другие – меньше, что сказывается на росте сеянцев.

Хороший рост сеянцев наблюдался в кассетах с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия, а низкие показатели роста имели сеянцы с небольшой обеспеченностью субстрата этими элементами. Разницу в росте сеянцев между разными кассетами можно объяснить неравномерным распределением элементов питания в субстрате и воды при поливах.

Литература

1. Торф. Методы определения влаги: ГОСТ 11305–85. Введ. 01.07.1984. М.: Изд-во стандартов, 1985. 12 с.
2. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности: ГОСТ 11623–89. Введ. 01.01.1991. М.: Изд-во стандартов, 1990. 6 с.
3. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Определение подвижных форм калия: ГОСТ 27894.6–88. Введ. 01.01.1990. М.: Изд-во стандартов, 1989. 5 с.
4. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Определение подвижных форм фосфора: ГОСТ 27894.5–88. Введ. 01.01.1990. М.: Изд-во стандартов, 1989. 8 с.
5. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения аммиачного азота: ГОСТ 27894.3–88. Введ. 01.01.1990. М.: Изд-во стандартов, 1989. 11 с.
6. Szabla K., Pabian R. Szkółkarstwo kontenerowe. Warszawa, 2009. 250 s.

References

1. GOST 11305–85. Peat. Methods for determination of moisture. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1985. 12 p. (In Russian).
2. GOST 11623–89. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for determination of exchange and active acidity. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1990. 6 p. (In Russian).
3. GOST 27894.6–88. Peat and products of its processing for agriculture. Definition of mobile forms of potassium. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1989. 5 p. (In Russian).
4. GOST 27894.5–88. Peat and products of its processing for agriculture. Definition of mobile forms of phosphorus. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1989. 8 p. (In Russian).
5. GOST 27894.3–88. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for determination of ammonium nitrogen. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1989. 11 p. (In Russian).
6. Szabla K., Pabian R. Szkółkarstwo kontenerowe. Warszawa, 2009. 250 s.

Информация об авторах

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: urenya@belstu.by

Якимов Николай Игнатьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: yakimov@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

Information about the authors

Yurenya 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: urenya@belstu.by

Yakimov Nikolay Ignat'yevich – PhD (Agriculture), Assistant 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: yakimov@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

Поступила 16.02.2016