

УДК 630*232

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДКОРМОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Носников В.В., Павловская Н.В.

УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск, Беларусь)

*Приведены результаты исследований проведения подкормок различными концентрациями водорастворимого удобрения Кристалон, а также с использованием составов, основанных на различных водорастворимых азотных удобрениях. Максимальное значение высоты надземной части сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) наблюдалось при постепенном увеличении концентрации удобрения Кристалон с 0,1 до 0,3%, максимальное значение стволика у корневой шейки – при использовании концентраций 0,15–0,45%. При дальнейшем увеличении концентрации удобрения происходило снижение биометрических показателей растений. При изучении применения для подкормок малых доз удобрительных составов было установлено, что для сосны обыкновенной наиболее эффективным является использование при каждом поливе состава, основанного на сульфате аммония, для ели – Кристалон Особый 18–18–18. В этом случае использовалась концентрация 100 мг/л по азоту.*

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, ЗКС, подкормки, показатели биометрические*

FEATURES OF CONTAINER CONIFER SEEDLINGS FERTILIZING

Nosnikov V.V., Pavlovskaja N.V.

The results of studies of fertilizing with various concentrations of water-soluble fertilizer Kristalon, as well as using formulations based on various water-soluble nitrogen fertilizers, are presented. The maximum height of the above-ground part of Scots pine was observed with a gradual increase in fertilizer concentration Crystal from 0.1% to 0.3%, the maximum diameter at the root collar – with concentrations of 0.15% to 0.45%. As fertilizer concentrations increased further, plant biometrics were reduced. When studying the use of small doses of fertilizing compositions for feeding, it was found that for Scots pine the most effective is the use of a composition based on ammonium sulfate for each watering, for spruce - Kristalon Special 18-18-18. In this case, a nitrogen concentration of 100 mg/L was used.

Keywords: *pine, container seedlings, fertilizer application, biometric indicators*

ВВЕДЕНИЕ

При выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) режим минерального питания занимает очень важное место, так как используются контейнеры малого объема, где растение очень быстро использует запас питательных веществ. Именно поэтому в технологии выращивания такого посадочного материала особую роль играют подкормки, которые обеспечивают растения регулярным питанием.

Для проведения подкормок обычно используются различные комплексные водорастворимые удобрения, внесение растворов которых совмещается с проведением поливов. Для проведения подкормки широко в мире и в Беларуси используется голландское удобрения Кристалон, которое выпускается с различным содержанием основных макро- и микроэлементов. Однако при производстве высококонцентрированных водных растворов данное удобрение может образовывать заметный нерастворимый осадок.

В ряде стран применяют другие водорастворимые или готовые жидкие удобрения. Например, в России для подкормок используется водорастворимое удобрение «Акварин», которое также как и Кристалон выпускается с различным соотношением элементов питания.

В Республике Польша большое распространение получило применение комплексных жидких удобрений, как польского, так и словацкого производства.

Специалистами лесных питомников отмечается удобство и простота использования жидких удобрений по сравнению с растворами сыпучих водорастворимых удобрений. В этом случае исключается трудоемкий процесс приготовления маточных растворов, исключаются ошибки в расчете концентраций. Однако сами жидкие удобрения не должны образовывать осадка при длительном хранении, что не всем производителям удается достигнуть.

Важным аспектом проведения эффективных подкормок является выбор концентрации рабочего раствора, который непосредственно вносится поливной системой в корнеобитаемую зону. При низкой концентрации растение может испытывать недостаток в элементах питания, при высокой концентрации может наблюдаться угнетение ростовых процессов и даже гибель посадочного материала.

Существует два подхода в технологии проведения подкормок. В первом случае подкормки проводятся раз в 7–10 дней повышенными дозами удобрений. Во втором случае доза удобрения снижается, однако подкормки проводятся с каждым поливом. Во втором случае достигается более равномерное поступление элементов питания растению, однако увеличивается трудоемкость и, соответственно, стоимость их внесения. Именно поэтому в мировой практике эти два подхода используются равнозначно.

Например, в США наиболее часто используется внесение удобрений в дозе 200 мг азота на 1 литр раствора. Подкормки проводят раз в 5–6 дней.

Однако в последнее время набирает популярность применение дозы 100 мг/л с подкормкой каждый полив, который проводится через день [1].

В Швеции по данным Стеллана Карсона, консультанта по развитию питомников, применяют подкормки с дозировкой по азоту 100 мг/л в каждый полив.

В Финляндии доза внесения азота колеблется от 170 до 310 мг/л в зависимости от фазы развития сеянцев [2]. В России для ряда питомников практикуется такая же схема [3].

В приведенных примерах используется раствор удобрения с примерной концентрацией 0,1–0,2 %.

В Польше Биоэкор применяют с концентрацией 0,5–1,0 %, однако подкормки проводят раз в 7 дней [4].

В целом развитие технологии идет к снижению концентрации удобрений с одновременным увеличением частоты подкормок. Автоматизированные узлы смешивания и дозаторы, стоящие на современных центрах по выращиванию, облегчают процесс приготовления растворов удобрений и, соответственно, снижают трудоемкость работы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыт применению различных концентраций удобрения Кристалон проводился в тепличном комплексе Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра (РЛССЦ) на сеянцах сосны обыкновенной.

Подкормки проводились по вариантам:

1. Без внесения минеральных удобрений (6 кассет F64 ~ 380 сеянцев).
2. 0,5 нормы, 0,05–0,15% раствор удобрений (6 кассет F64 ~ 380 сеянцев)
3. 1,0 нормы, 0,1–0,3% раствор удобрений (6 кассет F64 ~ 380 сеянцев).
4. 1,5 нормы, 0,15–0,45% раствор удобрений (6 кассет F64 ~ 380 сеянцев)
5. 2,0 нормы, 0,2–0,6% раствор удобрений (6 кассет F64 ~ 380 сеянцев).

За норму принят режим подкормок, применяемый в РЛССЦ.

Первые подкормки начали проводиться через месяц после посева минимальными концентрациями с последующим постепенным повышением до максимального значения. Контроль концентраций рабочих растворов удобрений осуществлялся при помощи ЕС-метра. Для второго варианта значение электрическое сопротивление (ЕС) раствора колебалось от 496 до 1514 $\mu\text{S}/\text{см}$, для третьего – от 992 до 2925 $\mu\text{S}/\text{см}$, для четвертого – от 1488 до 3495 $\mu\text{S}/\text{см}$, для пятого – от 1984 до 4826 $\mu\text{S}/\text{см}$.

Изучение влияния различных азотных удобрений для проведения подкормок проводилось в условиях закрытого грунта на базе Белорусского государственного технологического университета (БГТУ). Для эксперимента были отобраны отечественные растворимые удобрения с содержанием различных форм азота: Карбамид, Сульфат Аммония, Аммиачная селитра. Также использовались комплексное водорастворимое удобрение Кристалон Зеленый 18–18–18 и комплексные жидкие Белвито (Беларусь), Хвойное (Россия).

Раствор удобрений с участием растворимых азотных удобрений составлялся исходя из концентрации 100 мг/л раствора. Для обеспечения раствора фосфором и калием использовался монокалий фосфат. Раствор удобрений составлялся таким образом, чтобы обеспечивалось содержание элементов питания по фосфору 27 % P₂O₅, по калию 18 % K₂O, что соответствует содержанию калия в удобрении Кристалон 18-18-18. Для обеспечения растений микроэлементами были использованы хелатные формы меди, железа, марганца, цинка и бора в концентрации, соответствующей удобрению Кристалон 18-18-18.

Для контроля использовался раствор удобрения Кристалон 18–18–18 с концентрацией 100 мг азота на 1 л раствора. Также использован был вариант с концентрацией 200 мг на 1 л раствора и 1% раствор удобрения.

Белвито и Хвойное использовались в концентрации 100 мг азота на 1 л раствора.

Полив раствором удобрения производился при необходимости через 3–5 дней. Кристаллон 18-18-18 с концентрацией 1 % применялся через два полива, что дает интервал 10–15 дней.

Для опыта использовались кассеты сосны обыкновенной и ели европейской 2 ротации, высеянные в РЛССЦ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты влияния различных доз комплексного минерального удобрения на размерные показатели посадочного материала сосны обыкновенной с ЗКС приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных концентраций удобрений на высоту и диаметр сеянцев сосны обыкновенной

№ п/п	Доза внесения минеральных удобрений	Средняя высота сеянца, см	Средний диаметр корневой шейки, мм
1	Без удобрений	9,38± 0,198	1,67± 0,029
2	0,5 нормы	11,54± 0,241	1,75± 0,025
3	1 норма	14,79± 0,273	1,92± 0,033
4	1,5 нормы	13,68± 0,296	2,06± 0,035
5	2 нормы	11,37± 0,223	1,86± 0,023

Лучшие показатели по высоте сеянцев были получены при внесении минеральных удобрений в однократной дозе – 14,79± 0,273 см. Лучшие показатели диаметра корневой шейки оказались у сеянцев, которые получали полторы нормы минеральных удобрений – 2,06± 0,035 мм.

Стоит отметить, что наблюдалось угнетение роста сеянцев сосны обыкновенной при внесении двойной дозы минеральных удобрений.

Распределение количества сеянцев на опытных объектах представлены на рисунке 1. Распределение средних диаметров сеянцев с ЗКС по группам высот представлена на рисунке 2.

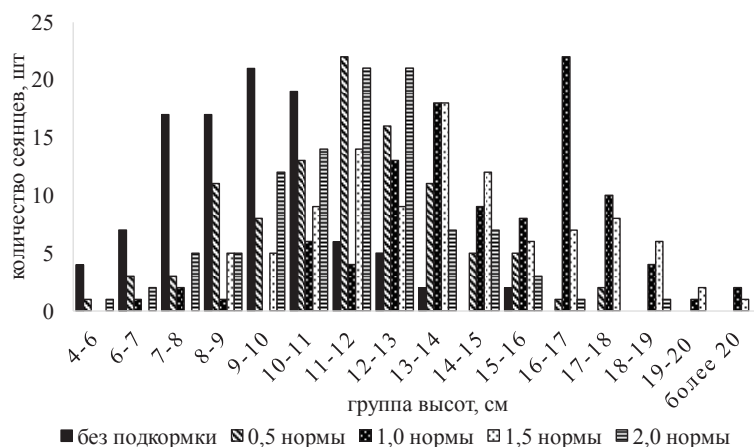


Рисунок 1 – Распределение количества сеянцев по группам высот

Недостаток элементов питания, который наблюдается на опытном участке без внесения удобрений, негативным образом сказывается на ростовых процессах посадочного материала. Основное количество растений сосредоточено в правой части распределения с наименьшими группами высот. Максимальное количество сеянцев наблюдается в группе высот 9–10 см. При проведении подкормок в количестве 50% от применяемой на РЛССЦ нормы максимальное количество растений наблюдалось в группе высот 11–12 см. При соблюдении нормы максимальное количество растений наблюдается уже в группе 16–17 см, а при увеличении дозы это количество смещается в группу 13–14 см и 12–13 см для 1,5 и 2,0 нормы соответственно. Кроме того, только варианты с нормой 1,0, 1,5 и 2,0 имели сеянцы высотой более 18 см.

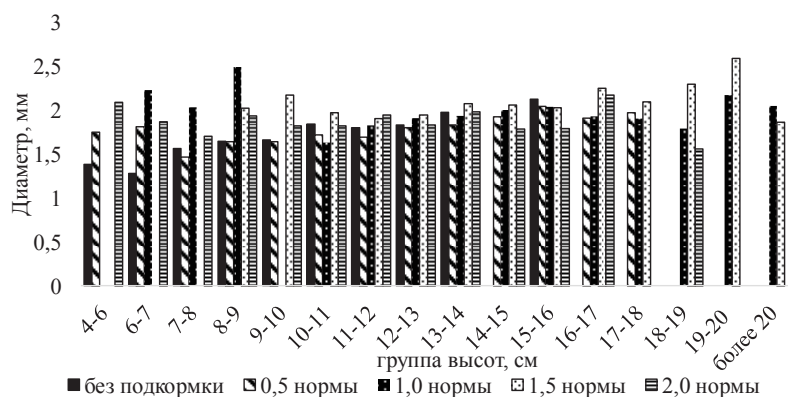


Рисунок 2 – Распределение средних диаметров по группам высот.

Распределение средних диаметров по группам высот не так показательно, что лишний раз подчеркивает низкую значимость данного параметра для определения качества посадочного материала с ЗКС. Отдельные растения, находящиеся в начале распределения и представленные в единичных экземплярах, имеют значительные диаметры. Также растения, находящиеся на другом конце распределения, имеют более низкие диаметры по сравнению с предыдущими группами высот. Все это затрудняет анализ воздействия доз внесения удобрений на диаметры растений.

Однако в целом можно сказать, что режим внесения удобрений, принятый в качестве нормы, позволяет выращивать качественный посадочный материал. При этом следует учесть, что для максимального эффекта и для уменьшения вероятности нанесения вреда растениям насыщенным элементами питания почвенным раствором необходимо периодически контролировать их содержание как в самом субстрате, так и в выращиваемых растениях.

При оценке влияния различных азотных удобрений измерялась только высота растений, поскольку по результатам предыдущих опытов значения диаметров у корневой шейки находились в значительном диапазоне вариации.

Результаты измерений для сосны обыкновенной и ели европейской приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние различных азотных удобрений на высоту сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской

№ п/п	Вариант опыта	Средняя высота сеянца, см	
		сосна	ель
1	Контроль	8,10±0,12	7,88±0,14
2	Белвито, 100 мг/л	10,33±0,17	–
3	Хвойное, 100 мг/л	10,32±0,18	–
4	Аммиачная селитра, 100 мг/л	10,38±0,16	8,93±0,15
5	Карбамид, 100 мг/л	10,49±0,11	8,09±0,11
6	Сульфат аммония, 100 мг/л	10,92±0,14	8,85±0,18
7	Кристаллон 18-18-18, 100 мг/л	9,83±0,19	9,16±0,19
8	Кристаллон 18-18-18, 200 мг/л	9,66±0,15	8,34±0,14
9	Кристаллон 1%, 18-18-18, 10 г/л	9,41±0,12	7,38±0,13

При сравнении различных концентраций удобрения Кристаллон 18–18–18 наилучший результат был получен при использовании концентрации 100 мг/л при каждом поливе. Увеличение концентрации в два раза привело к некоторому уменьшению высоты, однако оно не достоверно. Использование концентрации 1 % достоверно уменьшает высоту сеянцев сосны обыкновенной. В целом максимальная высота была отмечена у варианта с использованием в качестве источника азота сульфата аммония. Остальные варианты, основанные на

отечественных минеральных удобрениях, показали несколько худшие результаты. Удобрения Белвито и Хвойное показали схожие между собой результаты и находятся на уровне аммиачной селитры и карбамида.

Для ели европейской наилучшие результаты показало применение удобрения Кристаллон 18–18–18 с концентрацией 100 мг/л, однако оно достоверно не отличается от вариантов с использованием аммиачной селитры и сульфата аммония. Использование Кристаллона в более высоких концентрациях приводит к снижению средней высоты.

При проведении подкормок с дозой 100 мг/л в ячейки сосны обыкновенной было внесено 11,6–11,8 мг азота, в ячейки ели европейской 12,8–13,1 мг азота. При использовании концентрации 200 мг/литр азота было внесено 22,9 и 25,7 мг азота для сосны и ели соответственно. При использовании 1 % раствора азота было внесено 47,1 и 51,7 мг соответственно для сосны и ели.

В дальнейшем при снижении нормы полива с целью ускорения процессов одревеснения побегов и заложения верхушечной почки произошло усыхание сеянцев как сосны обыкновенной, так и ели европейской для варианта, где использовался Кристаллон с концентрацией 1%, что связано с увеличением концентрации почвенного раствора при подсыхании субстрата и негативном воздействии на посадочный материал. В условиях доращивания сеянцев с закрытой корневой системой в открытом грунте за счет действия осадков критической концентрации достигнуто не будет, однако такой эффект повышенных доз внесения удобрений делает необходимым постоянный контроль содержания элементов питания в субстрате, прежде всего через измерение электрического сопротивления почвенного раствора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения минерального питания растений при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой используют водорастворимые или жидкие комплексные удобрения. Наиболее важным параметром при проведении подкормок является концентрация рабочего раствора удобрения. Поскольку подкормка проводится одновременно с поливом, именно от концентрации зависит количество элементов питания, которое будет получено растением.

Наиболее распространенным удобрением в Беларуси для проведения подкормок является Кристаллон. По результатам эксперимента максимальное значение высоты надземной части сеянцев сосны обыкновенной наблюдалось при постепенном увеличении концентрации удобрения Кристаллон с 0,1 до 0,3%, максимальное значение стволика у корневой шейки – при использовании концентраций 0,15–0,45%. При дальнейшем увеличении концентрации удобрения происходило снижение биометрических показателей растений.

При оценке возможности проведения подкормок при каждом поливе удобрение Кристаллон наиболее эффективно использовать концентрацию 100 мг/л по азоту, что согласуется с международными рекомендациями. По-

вышение концентрации не дает положительного эффекта. Хорошие результаты, по сосне превосходящие воздействие Кристалона, показал также удобрительный состав, приготовленный на основе сульфата аммония. Использование данного удобрения также возможно в концентрации 100 мг/л по азоту. Кроме того, при составлении маточного раствора с этим веществом в лабораторных условиях, он сохранял прозрачность в течение 2 месяцев, что потенциально делает его возможным для приготовления концентрата жидкого удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. Seedling Nutrition and Irrigation// The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. – Vol. 4. – 1989, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. –119 p.
2. Fundamentals of container tree seedling production. – St. Petersburg, Suonenjoki: St. Petersburg Forestry Research Institute, METLA. – 2011. – 28 p.
3. Жигунов А.В., Соколов А.И, Харитонов В.А. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в Устьянском тепличном комплексе: практические рекомендации // Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 2016. – 43 с.
4. Szabla K., Pabian R. Szkyłkarstwo kontenerowe // Centrum Informacyjne Lasow Państwowych: Warszawa. – 2009. – 253 s.

Статья поступила в редколлегию 31.03.2023 г.

