

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЫРАЩИВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ
ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ
БЕЛАРУСИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

Материалы Международного научно-практического семинара
(Минск, 27–29 сентября 2023 года)

Минск
«ИВЦ Минфина»
2023

УДК 634.7:631.5(476)(082)
ББК 42.358-4(4Бел)я43
О-62

Редакционная коллегия:
д-р с.-х. наук Ф. И. Привалов (ответственный редактор),
канд. биол. наук Н. Б. Павловский, канд. биол. наук Л. В. Гончарова,
канд. биол. наук П. Н. Белый, Е. А. Колодко

Опыт и перспективы выращивания нетрадиционных ягод-
О-62 ных культур на территории Беларуси и сопредельных стран :
материалы международного научно-практического семина-
ра (Минск, 27–29 сентября 2023 г.) / Национальная акаде-
мия наук Беларуси, Центральный ботанический сад ; редкол.:
Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 76 с.

ISBN 978-985-880-365-0.

В сборнике представлены материалы международного научно-
практического семинара «Опыт и перспективы выращивания нетра-
диционных ягодных культур на территории Беларуси и сопредельных
стран». Обсуждаются результаты внедрения новых сортов нетрадици-
онных ягодных культур, применения методов биотехнологии, защиты
растений для решения актуальных вопросов технологии возделывания
на территории Беларуси и сопредельных стран.

УДК 634.7:631.5(476)(082)
ББК 42.358-4(4Бел)я43

ISBN 978-985-880-365-0

© ГУО «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2023
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2023

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПЛАНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ *EX VITRO* МИКРОКЛОНАЛЬНО РАЗМНОЖЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ

С. Г. Азизбеян¹, В. С. Доста², В. Л. Филипеня³, Т. В. Курлович³,
Г. И. Булавко³, А. П. Яковлев³

¹ ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

² НТООО «АКТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь

³ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время более половины всего посадочного материала в мире производится методом микроклонального размножения. Метод включает несколько *in vitro* и *ex vitro* этапов, каждый из которых имеет свои особенности и задачи, которые требуют постоянного поиска решений, обеспечивающих надежный выход саженцев. Одной из главных задач при получении саженцев голубики с использованием размножения *in vitro* является повышение адаптационного потенциала клонированных регенерантов при их переносе в условия естественного автотрофного питания.

Появление на мировом рынке агрохимии стимуляторов нового поколения на основе наночастиц соединений микроэлементов открывает более широкие возможности для повышения эффективности этапов размножения растений. Размерный статус (менее 40 нм) и отсутствие заряда позволяет наночастицам свободно проникать через защитные мембраны растительных клеток и обеспечивать более интенсивный синтез металлозависимых ферментов (катализаторов биохимических реакций) при существенно меньших

расходах по сравнению с традиционными удобрениями.

Объектами исследований являлись микропобеги голубики высокорослой сорта 'Bluetta', полученные методом микроклонального размножения в НПО «Биотехнологический комплекс» ЦБС НАН Беларуси.

В экспериментах использовали смесь трех марок жидких нанопрепаратов серии *Наноплант*, разработанных в НАН Беларуси и освоенных в промышленном производстве:

- *Наноплант-Ультра*, мг/мл: Co – 0,4; Mn – 0,4; Cu – 0,45; Fe – 0,8; Zn – 0,3; Cr – 0,5; Mo – 0,5; Se – 0,5. Расход: 0,5 мл/1 л воды.

- *Наноплант Ca-Si*, мг/мл: Ca – 5,0; Si – 0,5; B – 1,0; Fe – 1,0. Расход: 2 мл/1 л воды.

- *Наноплант-Сера*, S – 25 мг/мл. Расход: 1 мл/1 л.

В качестве аналога для сравнения применяли смесь двух марок (в соотношении 1/3) удобрения *Кристалон* (Нидерланды), отличающихся составом НПК, %: желтый (N – 13; P₂O₅ – 40;

K₂O – 13) и зеленый (N – 18; P₂O₅ – 18; K₂O – 18). Содержание микроэлементов в двух марках одинаковое, %: В – 0,025; Cu – 0,01; Fe – 0,07; Mn – 0,04; Mo – 0,004; Zn – 0,025. Расход смеси: 4 г/1 л воды.

Измерение степени микоризации корней проводили по общепринятым методикам с использованием микроскопа МС100 (ХР) Flu.

Исследуемые препараты применялись в режиме еженедельной некорневой подкормки. Если для сравнения использовать *Контроль* (вода), то результат будет очевиден – применение любого микроудобрения обеспечит значительный эффект на бедном по питательным веществам торфе. Для того чтобы удостовериться, что *Наноплант* проявляет особую эффективность по сравнению с традиционной агрохимией, испытания проводили с вариантом *Фон*: еженедельной корневой подкормкой высокоэффективным питательным раствором, используемым для торфяных субстратов в тепличных комбинатах, мг/л: N – 160; P – 60; K – 350; Mg – 50; Ca – 100; S – 40; Fe – 2,0; Mn – 1,0; B – 0,35; Zn – 0,20; Cu – 0,05; Mo – 0,01).

На первом этапе исследований был проведен сравнительный анализ двух

вариантов: *Фон* и *Фон+Наноплант*. Размноженные *in vitro* микропобеги голубики высокорослой сорта *Bluetta* были высажены в верховой кислый торф (по 10 побегов в 4 контейнерах в каждом варианте) и помещены в условия фитотрона НТООО «АКТЕХ». Стимулирующее влияние *Нанопланта* на интенсивность укоренения, ускорение роста и развития высаженных микроклонов голубики проявилось уже через несколько недель применения препарата. Через 10 недель от начала эксперимента выживаемость микропобегов голубики в варианте с *Наноплантом* составила 98 %, а в варианте *Фон* – 82 %. Жизнеспособные растения для их дальнейшего роста были пересажены из контейнеров в кассеты.

Через 17 недель эксперимента растения извлекли из торфа для оценки значений биометрических параметров. Отмечена стабильная тенденция повышения значений всех оцениваемых биометрических параметров (таблица 1) под влиянием *Нанопланта*. Средняя длина корней и стеблей увеличилась на 18,1 и 10,3 %; количество, ширина и длина листьев – на 14,9; 13,7 и 8,2 % соответственно.

Таблица 1 – Влияние *Нанопланта* на биометрические показатели голубики при укоренении зелеными черенками

Вариант обработки	<i>M</i> растения, г	<i>L</i> корней, мм	<i>L</i> стебля, мм	<i>N</i> листов, шт.	<i>B</i> листа, мм	<i>L</i> листа, мм
<i>Фон</i>	1,11 ±0,33	84,9 ±7,6	156 ±21	13,4 ±1,7	22,6 ±2,8	31,7 ±3,7
<i>Фон + Наноплант</i>	1,29 ±0,30	100,3 ±8,2	172 ±17	15,4 ±1,3	25,7 ±2,5	34,3 ±3,6

Условные обозначения: *M* – сырая масса; *L* – длина; *N* – количество; *B* – ширина.

На втором этапе исследований испытания были дополнены применением для обработки растений варианта *Фон + Кристалон*. Результаты измерений биометрических показателей растений голубики через 15 недель от момента высадки в торф представлены в таблице 2. Оказалось, что

еженедельное внесение при некорневой обработке традиционных форм микроэлементов *Кристалона* не смогло дополнительно повысить эффективность используемого в варианте *Фон* питательного раствора с такими же солевыми и хелатными элементами и не привело к интенсифика-

ции роста и развития микроклонов голубики. Природа защищает растительные клетки от губительного влияния излишнего солевого фактора с помощью полупроницаемых мембран, ограничивающих транспорт заряженных ионов.

Нейтральные наночастицы в силу своего размера свободно проникают через защитные мембраны в клетки и обеспечивают в органеллах синтез дополнительного количества металлозависимых ферментов, обеспечивающих стимуляцию роста и развития растений. Наночастицы

Нанопланта синтезируются в оболочке из медленно усваиваемого внутриклеточными ферментами биогенного полимера, что обеспечивает пролонгированность действия и отсутствие угнетения растений. Тенденция к повышению значений биометрических параметров голубики при использовании *Нанопланта* отражена в таблице 2 и на рисунке 1. По сравнению с вариантом *Фон* сырая масса растений увеличилась на 20,7 %, ширина корневого кома – на 15,6 %, количество боковых побегов – на 39,1 %.

Таблица 2 – Влияние обработок препаратами *Наноплант* и *Кристалон* на биометрические показатели растений голубики при укоренении зелеными черенками

Вариант обработки	<i>M</i> растения, г	<i>L</i> стебля, мм	<i>B</i> корней, мм	<i>L</i> листа, мм	<i>N</i> побегов, шт.
<i>Фон</i>	1,214 ±0,30	140,6 ±14,7	28,1 ±5,7	31,0 ±2,4	2,30 ±0,78
<i>Фон + Кристалон</i>	1,167 ±0,32	127,6 ±14,4	26,5 ±4,4	29,0 ±3,5	2,40 ±0,87
<i>Фон + Наноплант</i>	1,465 ±0,33	143,1 ±13,2	32,5 ±4,4	32,4 ±3,1	3,20 ±0,86

Условные обозначения: *M* – сырая масса; *L* – длина; *N* – количество; *B* – ширина.



Фон



Наноплант

Рисунок 1 – Растения голубики высокорослой через 15 недель после высадки в верховой торф

Использование *Нанопланта* обеспечило развитие у растений голубики более объемной и развитой по сравнению с растениями варианта *Фон* корневой системы с большим количеством мелких всасывающих корней. В этой связи было интересно оценить изменение степени микоризации корней под действием исследуемых препаратов. Ранее [1] было показано, что применение минеральных и микробных удобрений на однолетних саженцах сортов *Denise Blue* и *Northland* в полевых условиях привело к снижению степени микоризации корневой

системы. Растения получили достаточное минеральное питание и подавили развитие грибного симбионта в корнях.

Измерение степени микоризации корней у выращенных в эксперименте растений голубики показало (таблица 3), что наночастицы микроэлементов *Нанопланта* за счет эффекта повышенной проницаемости сумели эффективно простимулировать рост и развитие не только клеток растения, но и микоризы – полезного помощника в обеспечении полноценного питания голубики.

Таблица 3 – Доля микоризованных корней голубики в зависимости от применяемого препарата

Объект	Препарат		
	<i>Фон</i>	<i>Кристалон</i>	<i>Наноплант</i>
	Степень микоризации, %		
Корни II порядка (менее 300 мкм)	40,2 ±4,5	46,1 ±4,4	60,4 ±4,2
T-тест к <i>Фону</i>	–	0,93	3,28

Микроудобрения серии *Наноплант* уже более 10 лет в больших масштабах успешно применяются в интенсивном и органическом земледелии. Выполненные исследования продемонстрировали, что и в технологии размножения голубики методом *in vitro* появился препарат с но-

вой элементной базой в виде наночастиц соединений микроэлементов, позволяющий более эффективно увеличить адаптационный потенциал, простимулировать рост и развитие растений по сравнению с традиционно используемыми солевыми и хелатными формами микроудобрений.

Список использованной литературы

1. Булавко, Г. И. Развитие микоризы у сортовой голубики при использовании удобрений на выработанном торфянике / Г. И. Булавко, А. П. Яковлев, С. П. Антохина // Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран: материалы международного научно-практического семинара (18–19 июля 2017 г.) / Центральный ботанический сад НАН Беларуси. – Минск: Медисонт. – С. 8–14.