

К.В.Бахнова, кандидат биологических наук,

Ж.А.Милькевич, Л.В.Мытько — младшие научные сотрудники  
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича АНБ

УДК 631.87:631.151.3

## Биона-211 — субстрат для интенсивных технологий

*Обсуждается новый (искусственный) питательный субстрат Биона-211, который в исходном состоянии содержит большое количество биогенных элементов, достаточное для получения семи высоких урожаев без дополнительной подкормки. За 210 суток эксперимента получено 70 кг/кв.м салатной продукции высокого качества.*

Питательный субстрат для интенсивных технологий должен обеспечивать нелимитированное саморегулирующееся минеральное питание, которое, тем самым, позволило бы реализовать производственный потенциал растения. Важно также иметь возможность непрерывно эксплуатировать его в течение длительного срока. При этом трудоемкость агротехники должна быть минимальной, а экологическая чистота производства и качество продукции соответствовать нормативным требованиям.

Этим требованиям в значительной мере отвечает субстрат Биона-211, разработанный сотрудниками Института физико-органической химии и экспериментальной ботаники АНБ [1]. Сырьем для него служат синтетический анионит АН-2Ф (1 часть) и природный катионообменник — клиноптилолитовая порода (9 частей). Анионит выпускается промышленностью и широко используется как адсорбент. Клиноптилолитовая порода относится к группе цеолитовых туфов, залежи которых на территории нашей республики пока неизвестны. В других регионах выявлено и используется около 20 промышленных месторождений природных цеолитов [2].

*The new (synthetic) nutritive substrate BIONA - 211 which primary has the number of the biogen elements that allow to receive up to seven harvests without additional fertilisation has been discussed. 70 kg. of high quality salad have been harvested during 210 days of experiment.*

Нами изучены клиноптилолитовые породы Сокирицкого (Украина) и Тедзамского (Грузия) месторождений. Первостепенными свойствами клиноптилолита как компонента питательного субстрата являются значительная обменная емкость (2 мг-экв/г) и сродство к таким физиологически важным для растений катионам, как калий, аммоний, кальций и др. Это определяет возможность направленного насыщения клиноптилолита минеральными элементами и способность удерживать значительные их запасы в ионообменном состоянии, что исключает их вымывание и солевые ожоги корневой системы. Накапливающиеся в процессе жизнедеятельности растений ионы протона (H<sup>+</sup>) также сорбируются катионообменником, что способствует поддержанию заданного уровня pH в зоне корнеобитания.

Клиноптилолит обладает специфической водоудерживающей силой [3, 4]. Состояние, в котором находится влага, не позволяет ей испаряться с поверхности, что, однако, не снижает ее доступности для поглощения растениями. Положительное влияние на водные свойства субстрата оказывает и водоудерживающая способность АН-2Ф. Гранулярная структура субстрата создает бла-

гоприятный воздушный режим корневой системе. Стойкость гранул анионита и клиноптилолитовой породы к термическому и механическому разрушению определяет постоянство физико-химических свойств субстрата при эксплуатации. С учетом ионообменной и водоудерживающей способности компонентов нами разработана методика ненормированного полива с повторным использованием излишков воды без применения приборов контроля влажности субстрата и минерального состава поливной воды [5]. Суть метода заключается в том, что в течение 15-20 мин. субстрат до определенного уровня подтапливается водой в избыточном количестве и поглощает ее до полного насыщения. Избыток воды отводится через дренаж в сборную емкость и используется повторно. Расход воды периодически пополняется. Такая система полива не только позволяет экономно расходовать воду, но и создает условия для достижения необходимой санитарной и экологической чистоты производства. Исходные компоненты субстрата не содержат возбудителей болезней и вредителей растений. Напротив, клиноптилолит обладает антисептическими свойствами [6]. В наших многочисленных опытах по культуре томатов не наблюдалось поражения черной ножкой, фитофторой и другими болезнями, распространенными при использовании почвогрунтов. В случае необходимости высокая термоустойчивость компонентов субстрата позволяет применить надежный и экологически безвредный термический метод обеззараживания. Отсутствие в субстрате семян сорняков и его неспособность к уплотнению исключают трудозатраты по прополке и рыхлению. Субстрат не оказывает токсического действия на человека при работе с ним, не выделяет вредных или дурно пахнущих веществ [7].

Принципы технологии получения, регенерации и некоторые результаты биологической оценки субстрата Биона-211 опубликованы [5, 8-10]. Последующими опытами установлено, что длительность его эффективного использования без регенерации в первую очередь зависит от формы и исходного уровня азота [11, 12]. В данном сообщении приводятся итоги 210 – суточного эксперимента по конвейерной культуре растений на регенерированном после 90 суток вегетации субстрате Био-

на-211, содержащем г-экв/кг: азот аммонийный – 0,12; нитратный – 0,24; калий – 0,61; кальций+магний – 1,53; железо – 0,11; фосфаты – 0,14; сульфаты – 0,25.

Схема опыта представлена в таблице 1. Выбор зеленных культур обусловлен задачами эксперимента – быстро и глубоко истощить субстрат, так как интенсивное формирование ими биомассы за короткий вегетационный период (21 сутки для редиса, 30 суток для остальных видов) сопровождалось и интенсивным выносом биогенных элементов из субстрата, а также практического интереса к технологии, учитывая значение салатных культур как источника витаминов и минеральных веществ. Растения выращивали в модульной установке, смонтированной в лабораторном помещении. Температура и влажность воздуха колебались в пределах 18-25° С и 30-70% соответственно. В качестве источника света использовали натриевые лампы ДНаТ-400, создававшие на уровне всходов облученность 40–60 Вт/кв.м ФАР. По мере роста расстояние между лампами и растениями сокращалось и в период интенсивного формирования урожая облученность составляла до 100 Вт/кв.м ФАР. Фотопериод – 16 ч. Высота слоя субстрата – 10 см (расход на кв.м – 50 кг). Полив – водопроводной водой по описанной выше методике. На одной порции субстрата без каких-либо подкормок в конвейерном режиме провели в культуuroбороте 1 шесть, в культуuroбороте 2 семь вегетаций. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Морфобиометрические исследования показали, что в продолжение культуuroборота различия по количеству сформировавшихся листьев, высоте растений, содержанию абсолютно сухого вещества (в пределах каждого вида) незначительны и статистически недостоверны. В течение пяти последовательных вегетаций прослеживалась стабильность величины урожая. Так, продуктивность капусты Хибинской в первой, четвертой и пятой вегетациях существенно не различалась. Близкие величины накопления биомассы отмечены у растений мангольда, произраставшего на свежем субстрате и второй культурой, у редиса – во второй и третьей вегетациях, у огуречной травы – третьего, четвертого и пятого посевов. Следовательно, можно отметить, что в условиях

Таблица 1. Физиологическая характеристика растений культуuroборота

Показатель	Вегетация						
	первая	вторая	третья	четвертая	пятая	шестая	седьмая
Культуuroборот 1	К	М	Р	О	К	М	
Высота растений, см	32	43	25	40	38	35	
Абс. сух. масса, %	3,70	4,88	3,54	5,00	4,25	5,83	
Урожай, кг/кв. м	14,3	10,8	8,1	14,6	15,1	9,0х	
Культуuroборот 2	М	Р	О	К	О	Р	М
Высота растений, см	37	26	30	32	45	26	30
Абс. сух. масса, %	6,84	3,63	5,06	4,67	5,50	3,31	6,02
Урожай, кг/кв. м	11,9	7,4	12,4	13,1	13,77	5,8 <sup>х</sup>	8,8 <sup>х</sup>

Примечание: К – капуста Хибинская, М – мангольд (свекла листовая), О – огуречная трава, Р – редис Заря (абс.сухая масса и урожай корнеплодов). <sup>х</sup> – изменения статистически достоверны

Таблица 2. Биохимическая характеристика продукции

Культура	Вегетация в культурообороте	Оводненность, %	Аскорбиновая кислота, мг/%	Нитраты, мг/кг
Капуста Хибинская	Первая	96,30	26,52	6357х
	Четвертая	95,33	28,96	3186
	Пятая	95,75	27,02	3260
Мангольд	Первая	93,16	5,73	4298*
	Вторая	95,12	4,61	1751
	Шестая	94,17	4,80	1964
	Седьмая	93,98	4,74	1672
Редис (корнеплоды)	Вторая	96,37	79,37	2308
	Третья	96,46	86,39	2362
	Шестая	96,69	62,00х	1802*
Огуречная трава	Третья	94,94	6,70	1105*
	Четвертая	95,00	7,32	477
	Пятая	94,50	7,15	500

Примечание: \* — изменения статистически достоверны

выращивания на субстрате Биона-211 предшествующая культура не оказывает заметного отрицательного воздействия на жизнедеятельность последующего вида. Суммарный урожай растений за пять вегетаций составил в среднем 60 кг/кв.м. Однако продукционная способность субстрата не была реализована в полной мере. У растений мангольда шестой и седьмой вегетаций величина урожая составила еще 75% по сравнению с посевом на исходном субстрате, у редиса шестого посева по сравнению со вторым — 63%. В итоге за шесть-семь вегетаций, продолжавшихся в течение 210 суток, получено в среднем 70 кг товарной салатной продукции с 1 кв.м посевной площади, вмещающей 50 кг субстрата при высоте слоя 10 см. Таким образом, 1 кг питательного субстрата Биона-211 обеспечил за 210 суток формирование 1,4 кг салатной зелени, что соответствует биосинтезу 330 г/сутки с кв.м.

Не стремясь к полному истощению субстрата посевы были прекращены, субстрат использован в исследованиях по изучению способов регенерации и предельной длительности его эксплуатации [12]. Общая продолжительность выращивания растений на этих образцах субстрата составила 870 суток, в течение которых проведено 27 вегетаций при шести регенерациях (испытано четыре их способа). Наши эксперименты по интенсивной эксплуатации субстрата, оценке его гранулометрического состава и данные литературы [13, 14] позволяют прогнозировать эффективное использование субстрата Биона-211 в течение не менее 15 лет.

Некоторые биохимические характеристики салатной продукции, выращенной в конвейерном режиме, представлены в таблице 2. Важное значение для оценки потребительских качеств имеют органолептические свойства, в частности, сочность. Листовые овощи и корнеплоды редиса имели нежную консистенцию, отличались сочностью. Подтверждением этого является объективный показатель — оводненность. От вегетации к вегетации оводненность тканей варьировала незначительно. Полученные в опыте данные о содержании воды в свежей продукции находятся в пределах значений, известных для этих культур в других условиях минерального

питания [15]. Концентрация аскорбиновой кислоты у растений листовой группы также характеризовалась стабильными величинами. В корнеплодах редиса шестой вегетации по сравнению со второй и третьей отмечено статистически достоверное снижение содержания витамина С. Однако оно находится в ряду величин, известных для корнеплодов редиса, выращенных в естественных условиях [15].

Уровень нитратов в растениях культурооборота не превышал пределы, известные для данных видов [16]. Характеризуя их динамику в данном эксперименте, необходимо отметить, что у растений первой вегетации, т.е. когда они были выращены на свежем субстрате, количество нитратов было более высоким. Во второй вегетации, как видно на примере мангольда, содержание их существенно уменьшилось и в последующем изменилось незначительно. Это можно объяснить тем, что растения из исходного субстрата поглощали азот как катион в форме  $\text{NH}_4^+$  и как анион  $\text{NO}_3^-$ . Азот аммонийный в процессах синтеза белковых соединений, как известно, используется в первую очередь, а азот нитратный у коротковегетационных видов не успевает реализоваться в синтетических процессах. С учетом динамики поглощения и утилизации азота растениями для получения продукции с пониженным содержанием нитратов может быть рекомендована уборка урожая в утренние часы. Нитриты в салатной зелени и корнеплодах редиса при выращивании на субстрате Биона-211 не обнаружены.

Таким образом, питательный субстрат Биона-211 соответствует обозначенным выше требованиям. Как уже отмечалось, в связи с отсутствием собственного сырья необходима его закупка. Однако, учитывая вознившую тенденцию к снижению объемов разработки и использования торфяного сырья, загрязненность определенной части земель республики радионуклидами, вопрос поиска сырья для приготовления грунтов остается насущным. Поэтому даже в импортном варианте цеолитового сырья технико-экономические показатели технологии производства овощей на таком субстрате будут выше традиционной культуры на органических грунтах.

### Литература

1. А. с. 1395217 СССР. Питательная сфера для выращивания растений; Опубл. 15.05.88//Бюл.изобрет. – 1988. – № 18.
2. Цхакая Н.Ш., Коридзе З.И., Вашакидзе Н.Г. Достижения СССР в области производства и применения природных цеолитов.//Добыча, переработка и применение природных цеолитов: Мат.Всесоюз.конф., Гори, 19–21 ноября 1986 г. – Тбилиси, 1989. – С.1–10.
3. Челищев Н.Ф., Пушканов В.В., Маликов А.В. Вторичная пористость цеолитизированных шуфов. Там же. – С.79–84.
4. Цицишвили Г.В., Барнабишвили Д.Н., Гогодзе Н.И. и др. Исследование природных клиноптилолитов методом ртутной порометрии. Там же. – С.116–119.
5. Федюнькин Д.В., Головнева Н.Б., Кошелева Л.Л. и др. Интенсивная культура растений в искусственных условиях. – Мн., 1988. – 214 с.
6. Николаев В.Н., Вавина С.В. Об использовании природных цеолитов для улучшения хранения картофеля и томатов. // Теоретические и прикладные проблемы внедрения природных цеолитов в народном хозяйстве РСФСР: Тез.респ.конф., Кемерово, 27–28 октября 1988 г. – С.55–56.
7. Григорашвили З.Ш., Подорожанская И.З. Характеристика токсичных свойств цеолитов некоторых месторождений Грузинской ССР. // Добыча, переработка и применение природных цеолитов: Мат.Всесоюз.конф., Гори, 19–21 ноября 1986 г. – Тбилиси, 1989. – С.71–72.
8. Солдатов В.С., Пырышкина Н.Г., Хирсанова И.Ф. и др. Ионитные субстраты “БИОНА” на основе клиноптилолитов. Там же. – С.319–322.
9. Федюнькин Д.В., Бахнова К.В. Перспективы использования клиноптилолитсодержащих цеолитов для выращивания овощей в искусственных условиях. // Теоретические и прикладные проблемы внедрения природных цеолитов в народном хозяйстве РСФСР: Тез.респ.конф., Кемерово, 27–28 октября 1988 г. – Кемерово, Новостройка, 1988. – С.66–68.
10. Бахнова К.В., Федюнькин Д.В., Семенова Т.А. и др. Длительная культура овощных растений на искусственной почве.//Всесцп АН БССР. Сер.бiял.наук. 1991. – № 3. – С.98–103.
11. Матусевич В.В., Хирсанова И.Ф., Лукашевич Л.И. и др. Оптимизация минерального состава ионитного субстрата “БИОНА” 211. // Биологически активные полимеры и полимерные реагенты для растениеводства: Тез.докл. II Всесоюз.совещ., Звенигород, 20–24 октября 1991 г., Звенигород, 1991. –С.25.
12. Бахнова К.В., Милькевич Ж.А., Семенова Т.А. и др. Питательный субстрат для интенсивных технологий. // Второй съезд Белорусского общества физиологов растений: Тез.докл., Минск, 18–20 октября 1995 г. – Мн., 1995. – С.87.
13. Романов Г.А. Основные итоги и проблемы испытания природных цеолитов в АПК в РСФСР. // Применение природных цеолитов в народном хозяйстве: Докл.респ.конф. Ч.1. Кемерово, октябрь 1988 г. – М., 1989. – С.9–19.
14. Стоилов Г., Попов Н. Цеолитовые субстраты и экспериментальные основы их применения в растениеводстве. // Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве: Сб.ст. – Тбилиси, 1984. – С.117–120.
15. Дьяченко В.С. Овощи и их пищевая ценность. – М., 1979. – 159 с.
16. Лешков А.П., Назарюк В.М., Ткаченко Г.И. и др. Нитраты и качество продуктов растениеводства. – Новосибирск, 1991. – 168 с.