

The feature of application of drip irrigation system, vegetable crops feeding modes is described. The requirements for the composition of nutrient solutions for growing plants on artificial substrates, requirements and technology for the use of water-soluble chemical fertilizers are considered in detail. The dependence of tomato nutrition on the climatic period is indicated. The importance of applying complex diagnostic methods, including visual, morpho-biometric and chemical instrumental methods for obtaining high productivity and quality of tomato fruit, which allows economical use of expensive chemical fertilizers, selectively apply quantitative diagnostic methods and promptly put in practice measures to eliminate detected violations in nutrition is noted. The economic efficiency of tomato nutrition system optimization is shown.

Поступила 11.11.20

УДК 631.81:635

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УДЕЛЬНЫЙ ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Н. Ю. Жабровская, Г. В. Пироговская

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Средний элементный состав сухого вещества растений следующий (процент по массе): углерод – 45, кислород – 42, водород – 6,5, азот и другие элементы – 6,5. Всего в составе растений обнаружено более 80 химических элементов. В настоящее время около 20 элементов (в том числе углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, бор, медь, марганец, цинк, молибден, ванадий, кобальт и йод) считают безусловно необходимыми для растений. Они непосредственно участвуют в процессах превращения веществ и энергии. Без них невозможны нормальный ход жизненных процессов и завершение полного 31 цикла развития растений. В отношении еще более 20 элементов (кремния, алюминия, фтора, хлора, лития, серебра и др.) имеются сведения об их положительном действии на рост и развитие растений; эти элементы считают условно необходимыми. По мере совершенствования методов анализа и биологических исследований общее число элементов в составе растений и список необходимых химических элементов, очевидно, будут расширены [4].

Благодаря результатам многочисленных исследований ученых всего мира сформировались обширные знания особенностей питания растений, состава и свойств почв и удобрений, что позволяет вносить удобрения наиболее рационально и эффективно и способствует повышению урожаев и качества всех сельскохозяйственных культур [2–4, 6–8].

Потребность растений в определенном количестве и сочетании питательных элементов обуславливается природой растений, их наследственностью и сильно

изменяется в зависимости от условий выращивания. Определение химического состава частей овощных культур может быть использовано для диагностики питания и корректировки доз вносимых удобрений. Для роста и развития овощных растений важно знать поступление элементов питания по периодам роста. По данным З. И. Журбицкого, в начальный период роста растения овощных культур наиболее нуждаются в азоте и фосфоре, а затем в калии. Поступление питательных веществ в молодые растения определяет образование сухой массы, поэтому в молодом возрасте они содержат больше азота, фосфора, калия, кальция, магния и других элементов, чем в более поздние периоды развития [3].

Проведение химического анализа растений по фазам роста достаточно трудоемкий процесс, поэтому чаще определение оптимальных норм удобрений на планируемую урожайность производится расчетными методами, в основе которых лежит баланс питательных веществ – сопоставление расхода элементов питания на формирование урожая (т. е. выноса элементов питания с урожаем культуры) с поступлением питательных веществ из почвы и удобрений.

В. Н. Назарюк указал на необходимость анализа урожая на содержание в нем основных питательных веществ для расчета баланса NPK в севообороте в зависимости от внесенных удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях. Вынос основных элементов питания на единицу урожая отдельных культур может значительно различаться в зависимости от условий выращивания. Поэтому для расчетов лучше пользоваться данными о выносе, полученными в хозяйстве или в типичных почвенных условиях ближайшими опытными учреждениями. Допустимо применение справочных данных о среднем выносе NPK на единицу урожая, однако при этом возрастает приблизительность расчета [5].

Целью данной работы стал сбор и систематизация данных по химическому составу и потреблению основных элементов питания овощными культурами на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние удобрений на качество овощных культур проводилось на опытном поле РУП «Институт овощеводства», ОАО «Гастелловское» Минского района на дерново-подзолистых легкосуглинистых, развивающихся на мощных лессовидных суглинках почвах и ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района на дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на водно-ледниковых рыхлых супесях почве.

Закладку и проведение полевых опытов проводили в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов [1]. Агрохимические показатели дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: гумус – 2,7–2,9 %, рН 6,0–6,5, подвижные формы фосфора – 276–365 мг/кг почвы, калия – 278–349 мг/кг почвы; дерново-подзолистой супесчаной почвы: гумус – 2,2–2,4 %, рН 5,5–6,0, подвижные формы фосфора – 165–192 мг/кг почвы, калия – 150–178 мг/кг почвы.

Предметом изучения явились овощные культуры. Поставленные задачи реализовывались путем закладки полевых опытов с различными дозами удобрений под овощные культуры.

Схемы возделывания соответствовали технологическим регламентам, принятым в овощеводстве.

Лабораторные исследования биохимических показателей овощных культур проводили по общепринятым методикам.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием программ для дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав растений определяется почвенно-климатическими факторами, погодными условиями, комплексом агротехнических приемов возделывания, эффективным плодородием почв и внесением удобрений [3, 5]. Анализ урожая на содержание в нем основных питательных элементов необходим для расчета баланса NPK в севообороте в зависимости от внесенных удобрений и коэффициентов использования удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях [6].

В результате многолетних исследований накоплены данные по динамике содержания элементов питания в растениях овощных культур в зависимости от применяемых удобрений. В таблице представлены диапазоны изменения химических показателей основных овощных культур.

Таблица

Химический состав овощных культур, % в сухом веществе

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Лук на зеленый лист	2,01–3,30	0,72–0,85	3,9–5,0
Лук на репку	1,96–3,32	0,77–0,87	4,32–5,43
Салат кочанный	3,97–4,53	0,99–1,05	7,2–8,3
Салат латук	2,08–4,25	2,21–2,84	5,6–7,06
Кориандр (зелень)	1,35–2,84	2,06–2,84	3,58–6,88
Укроп (зелень)	2,5–4,62	0,39–0,67	4,2–7,2
Петрушка листовая	2,65–4,02	0,36–0,58	3,52–6,01
Редис	4,5–5,6	0,39–1,02	3,5–7,2
Капуста цветная	2,59–4,6	1,00–1,24	5,7–6,2
Капуста белокочанная поздняя	3,76–4,80	0,94–1,23	3,30–5,47
Морковь	2,1–3,05	1,05–1,16	2,63–5,26
Свекла столовая	2,0–3,5	1,17–1,28	3,58–6,25
Кабачок	1,98–2,32	0,53–0,84	2,7–6,92
Тыква	1,67–2,04	0,52–0,78	3,2–6,08

В полевом опыте с овощными культурами изучалась зависимость между дозами вносимых удобрений и содержанием в растениях питательных элементов. Установлено, что содержание элементов питания в сухой массе растений увеличивалось под влиянием возрастающих доз соответствующих удобрений. Так, наименьшее содержание азота в листьях салата было во все годы на варианте без удобрений (2,79–4,06 %). В среднем увеличение дозы вносимого азота (30–120 кг/га) повышало содержание азота в листьях салата от 3,74 до 4,53 %. Для изучения влияния фосфорных удобрений на содержание этого элемента в растениях овощных культур сравнивались возрастающие дозы внесения фосфорных удобрений. Содержание фосфора было минимальным в вариантах без вне-

сения удобрений. Содержание азота в кочанах капусты на дерново-подзолистой почве увеличивалось (4,01–4,80 %) с повышением доз ($N_{120-240}$), увеличение доз фосфорных удобрений (P_{90-135}) повышало содержание этого элемента в кочанах (1,21–1,23 %), при внесении высокой дозы калийных удобрений (240 кг д. в./га) содержание этого элемента составило 5,47 %. [2].

Аналогичная зависимость отмечена в опытах с другими овощными культурами.

В. В. Церлинг на основе проведенных анализов химического состава овощных растений выделены параметры, характеризующие острый дефицит с визуальными признаками голодания (очень низкий уровень содержания элементов); скрытое голодание, когда может быть снижен не только урожай, но и качество продукции (низкий уровень); оптимальный (нормальный) уровень, обеспечивающий оптимальное формирование урожая и его качества; роскошное питание (высокий уровень), когда возможен сильный рост вегетативных органов за счет ухудшения продуктовой части урожая при дальнейшем повышении уровня, то есть при избыточном содержании элементов появляются визуальные признаки токсичности [7]. Так, для лука до начала активного формирования луковок низким уровнем автор считает содержание азота 2,0–3,0 %, оптимальным – 3,1–3,9 %. В нашем опыте по результатам химического анализа растений лука следует отметить, что минимальное и низкое содержание азота в луке было отмечено во все годы на варианте без удобрений (2,01–2,18 %). Внесение азотных удобрений в дозах 30, 60, 90, 120 кг/га д. в. существенно увеличивало содержание азота в растениях соответственно до 2,74; 2,96; 3,13; 3,30 %, а доза 90–120 кг д. в./га обеспечила оптимальное содержание азота в растениях лука. Для кочанного салата оптимальное содержание азота в фазе завязывания кочана – 4,04 %, фосфора – 0,56, калия – более 5 %. В среднем за годы исследований такой уровень содержания элементов питания был получен при внесении $N_{60-120}P_{60-90}K_{90}$. Внесение торфо-навозного компоста под овощные культуры в дозе 40–60 т/га не обеспечивало оптимального уровня содержания элементов питания в растениях овощных культур.

Относительное содержание элементов минерального питания в основной и побочной продукции овощных культур определяется прежде всего их видовыми особенностями, но зависит также от сорта, стадии потребительской зрелости, сроков уборки. Содержание азота, фосфора и калия значительно выше в хозяйственно ценной части урожая (соцветиях цветной капусты, кочанах белокочанной капусты, корнеплодах моркови и столовой свеклы), чем в ботве. Побочная продукция овощных культур практически всегда остается на поле.

Для расчета доз удобрений под овощные культуры необходимо знать потребление элементов на единицу продукции. Вынос не является постоянной величиной и изменяется в зависимости от условий года и доз удобрений.

На формирование 1 т урожая лука, выращиваемого на зеленый лист, в варианте без удобрений использовалось 1,8 кг азота, 0,6 кг фосфора и 3,3 кг калия. Установлено, что при применении минеральных удобрений у всех овощных культур содержание элементов питания в плодах и их вынос на единицу продукции повышаются. Так, на формирование 1 т **лука** при внесении $N_{60}P_{60}K_{90}$ использовалось 2,4 кг азота, 0,7 кг фосфора и 3,8 кг калия; **кочанный салат** на этом же варианте потреблял 2,6 кг азота, 0,6 кг фосфора и 5,1 кг калия; **кориандр на зелень** – 2,0 азота, 2,52 фосфора и 5,8 калия; **укроп** – 4,6 кг азота, 0,7 кг фосфора и 7,3 кг

калия; **редис** – 2,5 кг азота, 0,4 кг фосфора и 2,8 кг калия; **кабачки** – 1,1 кг азота, 0,4 кг фосфора и 2,4 кг калия; **тыква** – 1,3 кг азота, 0,5 кг фосфора и 3,3 кг калия; **огурец – петрушка листовая** – 2,2 кг азота, 0,3 кг фосфора и 3,1 кг калия; салат латук ($N_{90}P_{50}K_{110}$) – 1,5 кг азота, 1,84 кг фосфора и 3,9 кг калия; **цветная капуста** ($N_{90}P_{60}K_{90}$) – 4,2 кг азота, 1,0 кг фосфора и 5,3 кг калия, **морковь** – 2,6 кг азота, 1,1 кг фосфора и 4,0 кг калия, **столовая свекла** – 3,1 кг азота, 1,4 кг фосфора и 5,6 кг калия; **капуста белокочанная поздняя** – 2,8 кг азота, 0,9 кг фосфора и 4,8 кг калия.

На общий вынос урожая овощных культур питательных веществ влияет не только количество сформированной биомассы, но и содержание их в единице продукции, которые в значительной степени определяется уровнем применения удобрений. Как правило, при внесении азотных, фосфорных и калийных удобрений содержание азота, фосфора и калия во всех частях растений повышается, соответственно увеличивается вынос на единицу продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белик, В. Ф.* Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик, Л. Г. Бондаренко. – М., 1979. – 190 с.
2. *Борисов, В. А.* Система удобрения овощных культур / В. А. Борисов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 392 с.
3. *Журбицкий, З. И.* Физиологические и агрохимические основы применения удобрений / З. И. Журбицкий. – М.: АН СССР, 1963. – 294 с.
4. *Михайлова, Л. А.* Агрохимия: курс лекций в 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л. А. Михайлова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. – 426 с.
5. *Назарюк, В. М.* Баланс азота удобрений в зависимости от условий азотного питания овощных культур и картофеля / В. М. Назарюк // Агрохимия. – 1989. – № 2. – С. 84.
6. *Сирота, С. М.* Влияние длительного систематического применения удобрений на урожайность и качество овощных культур / С. М. Сирота, М. А. Беляков // Агрохимия. – 2001. – № 7. – С. 29–32.
7. *Церлинг, В. В.* Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. – М.: Наука, 1978. – 216 с.
8. *Якименко В. Н.* Калийные удобрения под овощные культуры / В. Н. Якименко // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 9. – С. 48–50.

CHEMICAL COMPOSITION AND SPECIFIC REMOVAL OF NUTRITIONAL ELEMENTS BY THE HARVEST OF VEGETABLE CROPS

N. Yu. Zhabrovskaya, G. V. Pirahouskaya

Summary

Based on the results of many years of research, the article presents indicators on the content of food elements in vegetable products. The total removal of nutrients by the crop of vegetable crops is influenced not only by the amount of formed biomass,

but also by their content in a unit of production, which is largely determined by the level of fertilization. With the introduction of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers, the content of nitrogen, phosphorus and potassium in all parts of the plants increases, respectively, the removal per unit of production increases.

Поступила 07.12.20

УДК 631.8:635.21:631.445.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЭКОСИЛ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Р. Вильдфлуш¹, Г. В. Пироговская², Н. Э. Хизанейшвили¹

¹*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

²*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

В Беларуси в сельскохозяйственных организациях морковь занимает порядка 1/5 площадей, занимаемых овощными культурами. Ежегодно на качественную овощную продукцию спрос превышает предложение: велики объемы поставок моркови на свежий рынок и на переработку. Однако в республике средняя урожайность оранжевого корнеплода немногим более превышает отметку в 23 т/га, что в несколько раз меньше, чем в европейских странах. Следовательно, дефицит продукции восполняется за счет импорта. Выходом из сложившейся ситуации является оптимизация системы удобрения моркови, что позволит увеличить урожайность корнеплодов и повысить их качество [1].

На дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь важным фактором получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур являются удобрения, причем микроудобрениям в последнее время отводится значительная роль в повышении качества продукции [2].

Недостаток или отсутствие в питании растений макро- и микроэлементов снижает количество и качество урожая, что приводит, в свою очередь, к необходимости обогащения рациона питания человека синтетическими добавками, которые не способны в полной мере заменить природные нутриенты. В связи с этим весьма актуальным является улучшение минерального питания овощных культур, которые используются человеком в пищу, преимущественно в свежем виде, и являются источником макро-, микроэлементов, витаминов и других ценных веществ [3].

Согласно современным тенденциям овощеводства и растениеводства в целом предполагается переход на применение комплексных удобрений, которые сбаланси-