

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ПЛОДАХ КАБАЧКА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

Т. М. Серая¹, Е. н. Богатырева¹, Ю. А. Белявская¹, Т. М. Кирдун¹,
О. М. Бирюкова¹, М. М. Торчило¹, Н. Ю. Жабровская¹,
И. Н. Путьрский², Г. А. Демина², Е. Н. Олешук²

¹Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь

²Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Тыква и кабачок являются ценнейшими пищевыми и диетическими продуктами питания [1, 2, 3]. Исходя из рациональных норм потребления пищевых продуктов, подготовленных с учетом рекомендаций отечественных и зарубежных специалистов, а также экспертов ВОЗ по здоровому питанию, рекомендуется употреблять на 1 человека в год 7 кг кабачка и тыквы. Это означает, что для удовлетворения своих внутренних потребностей без учета экспорта в Беларуси необходимо производить около 70 тыс. т данных видов овощей. Несмотря на то, что культуры являются традиционными и хорошо произрастают в почвенно-климатических условиях страны, потребность в них не удовлетворяется как для потребления в свежем виде, так и для перерабатывающих предприятий.

Основной проблемой, не позволяющей удовлетворить внутреннюю потребность в кабачке, является особенность данной культуры накапливать нитратный азот в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (400 мг/кг) для питания человека. Перерабатывающие предприятия республики для производства детского питания принимают кабачок с содержанием нитратов до 150 мг/кг.

Проблемы, связанные с накоплением нитратов, определили необходимость систематического контроля содержания этих токсикантов в продукции. Содержание нитратов в овощах зависит от многих факторов [4, 5, 6, 7]. Получение высококачественной продукции возможно только при сбалансированном удовлетворении потребности растений в макро-, микроэлементах и других необходимых для роста и развития веществах, так как недостаток или избыток хотя бы одного компонента угнетает растение, а, следовательно, снижает урожайность и качество продукции [8–12].

Для решения проблемы, касающейся выращивания кабачка высокого качества с низким содержанием нитратов, требуется установление оптимальных доз внесения азотных удобрений в зависимости от содержания гумуса и подвижных форм фосфора в почве, обеспечение оптимального соотношения N:P:K при расчете доз удобрений, подбор и применение удобрений для некорневых обработок.

Цель исследований – разработать оптимальные системы удобрения кабачка, обеспечивающие стабильную урожайность плодов с высокой степенью безопасности для человека на дерново-подзолистых почвах разной степени окультуренности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые технологические опыты проведены на опытных полях Института почвоведения и агрохимии: в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района на среднеокультуренной дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 80 см моренным суглинком, почве. Почва характеризуется содержанием гумуса в пределах 1,89–2,63 %, подвижных форм P_2O_5 – 176–247 мг/кг, K_2O – 146–183 мг/кг, pH_{KCl} 5,87–6,10; и в ОАО «Гастелловское» Минского района на высокоокультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве с содержанием гумуса в пределах 2,48–3,10%, подвижных форм P_2O_5 – 531–755 мг/кг, K_2O – 323–401 мг/кг, pH_{KCl} 6,34–6,64.



Рис. 1. Гибрид кабачка, испытываемый в опытах

Возделывали кабачок гибрид Каризма (рис. 1). Предшественник – озимая пшеница. Опыт заложен в 4-кратной повторности. Площадь делянки – 15 м². Схемы опытов представлены в таблицах 1, 2.

Подстилочный навоз крупного рогатого скота вносили осенью под вспашку, минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) – весной под культивацию. В период вегетации согласно схеме опыта проведены подкормки посевов кабачка микроудобрением с биостимулятором МикроСтим-Цинк, Бор (N – 93 г/л; B – 30 г/л; Zn – 46 г/л; гуминовые вещества – 6,0 г/л) в дозе 1,6 л/га в фазу 2–3 настоящих листьев и через 7–10 дней после 1-й обработки; комплексным удобрением Адоб Профит 4+12+38 в дозе 2 кг/га в фазу 3–4 настоящих листьев и в фазу бутонизации – начало цветения; комплексное удоб-

рение Салюкат Плюс в дозе по 1 кг/га в фазу начала формирования плодов и через 10–15 дней после первой.

Агрохимические показатели пахотного слоя определяли по общепринятым методикам: pH_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижных форм фосфора и калия – по методу Кирсанова (ГОСТ 26207-91), обменных соединений кальция и магния – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 в 1 М КСl (ГОСТ 26487-85).

Химический анализ органических удобрений выполнен в соответствии с Государственными отраслевыми стандартами: органический углерод (ГОСТ 27980-88),

общий азот (ГОСТ 26715-85), фосфор (ГОСТ 26717-85), калий (ГОСТ 26718-85), кальций (ГОСТ 26570-95), магний (ГОСТ 30502-97).

Содержание нитратов в плодах кабачка определяли ионометрическим методом (ГОСТ 13496.19-93).

Статистическую обработку результатов осуществляли согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова [13] с использованием MS Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследований существенное влияние на урожайность кабачка оказали погодные условия вегетационного периода. В засушливом 2018 г. (ГТК 1,1) урожайность кабачка на средне окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве в среднем по опыту была на 20 % ниже, чем на высокоокультуренной суглинистой почве (табл. 1, 2), в то время как в 2019 г. при ГТК 1,5 разница в урожае кабачка в зависимости от гранулометрического состава почвы практически отсутствовала, а в 2020 г. (ГТК 1,4) на супесчаной почве была на 10 % ниже. При этом в погодных условиях 2020 г. в среднем по удобренным вариантам урожайность кабачка на высоко окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве была на 13 % выше, чем на среднеокультуренной супесчаной, в то время как на контроле – на 32 %.

Установлено, что от погодных условий вегетационного периода зависела эффективность применяемых удобрений. В условиях недостаточного увлажнения (2018 г.) высокую прибавку оказал подстилочный навоз КРС, при достаточном увлажнении почвы высокая урожайность получена за счет плодородия почвы. При жаркой сухой погоде некорневые подкормки не только не способствовали повышению урожая, но и привели к его снижению.

Так, в засушливом 2018 г. (ГТК 1,1) урожайность кабачка за счет плодородия среднеокультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы составила 56,4 т/га плодов (табл. 1). Внесение $N_{60}P_{60}K_{120}$ обеспечило прибавку урожая на 28,9 т/га, или 51 % к контролю. Окупаемость 1 кг NPK составила 120 кг плодов кабачка. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{90}P_{60}K_{180}$ обеспечило рост урожайности на 8,9 т/га, на дополнительно внесенный 1 кг NPK получено 99 кг плодов. Аналогичную урожайность обеспечило внесение под кабачок 60 т/а подстилочного навоза крупного рогатого скота. Максимальная урожайность получена при внесении на фоне 60 т/га подстилочного навоза крупного рогатого скота $N_{30}P_{30}K_{90}$ – 100,1 т/га. В вариантах с некорневыми подкормками удобрениями в погодных условиях вегетационного периода 2018 г. отмечено снижение урожайности относительно фона на 7,2–7,4 т/га.

Таблица 1

Влияние удобрений на урожайность кабачка Каризма на дерново-подзолистой супесчаной почве в ПРУП «Э/б им. Котовского»

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	
Без удобрений (контроль)	56,4	80,6	81,3	72,8	–
$N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон	85,3	90,7	97,0	91,0	18,2

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- нее	
$N_{90}P_{60}K_{180}$	94,2	98,5	108,9	100,5	27,7
Подстилочный навоз крупного рогатого скота, 60 т/га	95,2	107,0	113,5	105,2	32,4
Подстилочный навоз крупного рогатого скота, 60 т/га + $N_{30}P_{30}K_{90}$	100,1	120,9	129,8	116,9	44,1
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор, (1,6+1,6) л/га	78,0	109,4	108,3	98,6	25,8
Фон + Адоб Профит 4+12+38, (2+2) кг/га	77,9	114,2	111,0	101,0	28,2
Фон + Солюкат Плюс 0-16-34, (1+1) кг/га	78,1	107,4	115,6	100,4	27,6
$НСР_{05}$	4,4	5,3	5,2		5,0

В 2019 г. (ГТК 1,5) урожайность в неудобренном варианте составила 80,6 ц/га, что в 1,4 раза выше, чем в 2018 г., в то время как на удобренных вариантах – в 1,2 раза выше. Внесение $N_{60}P_{60}K_{120}$ обеспечило прибавку урожайности на 10,2 т/га, или 13 % к контролю (табл. 1). Окупаемость 1 кг NPK составила 42,5 кг плодов кабачка. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{90}P_{60}K_{180}$ обеспечило рост урожайности на 18,0 т/га по сравнению с неудобренным вариантом. В результате на 1 кг NPK получено 54,5 кг плодов, что на 12 кг больше, чем при более низкой дозе минеральных удобрений. Внесение подстилочного навоза крупного рогатого скота в дозе 60 т/га обеспечило сбор плодов кабачка на уровне 107,0 т/га, что на 26,5 т/га выше, чем на контроле. Таким образом, на 1 т навоза получено 442 кг кабачка. Внесение на фоне подстилочного навоза КРС $N_{30}P_{30}K_{90}$ способствовало дополнительному росту урожайности плодов на 13,8 т/га или 92 кг на 1 кг NPK. Некорневые обработки растений микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор обеспечили рост урожайности на 18,7 т/га, Адоб Профит – на 23,5 т/га, удобрением Солюкат Плюс – на 16,7 т/га.

В 2020 г. (ГТК 1,4) урожайность кабачка Каризма за счет плодородия среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы составила 81,3 т/га плодов. Внесение $N_{60}P_{60}K_{120}$ обеспечило прибавку урожайности на 15,7 т/га, или 19 % к контролю. Окупаемость 1 кг NPK составила 65,4 кг плодов кабачка. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{90}P_{60}K_{180}$ обеспечило рост урожайности на 27,1 т/га по сравнению с неудобренным вариантом. В результате на 1 кг NPK получено 83,6 кг плодов, что на 18,2 кг больше, чем при более низкой дозе минеральных удобрений. Внесение подстилочного навоза крупного рогатого скота в дозе 60 т/га обеспечило сбор плодов кабачка на уровне 113,5 т/га, что на 32,2 т/га выше, чем на контроле. Таким образом, на 1 т навоза получено 537 кг кабачка. Внесение на фоне подстилочного навоза КРС $N_{30}P_{30}K_{90}$ способствовало дополнительному росту урожайности плодов на 16,3 т/га, или 109 кг на 1 кг NPK. Некорневые обработки растений микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор на фоне $N_{60}P_{60}K_{120}$ обеспечили рост урожайности кабачка на 11,3 т/га, Адоб Профит – на 14,0 т/га, органоминеральным удобрением Салюкат Плюс – на 18,6 т/га.

Таким образом, в среднем за 3 года за счет плодородия среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы получено 72,8 т/га плодов кабачка.

Внесение $N_{60}P_{60}K_{120}$ обеспечило прибавку урожая на 18,2 т/га, или 25 % к контролю. Окупаемость 1 кг NPK составила 76 кг плодов кабачка. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{90}P_{60}K_{180}$ обеспечило рост урожайности на 9,5 т/га, т. е. на дополнительно внесенный 1 кг NPK получено 105 кг плодов. Близкую урожайность обеспечило внесение под кабачок 60 т/а подстильного навоза крупного рогатого скота. Максимальная урожайность получена при внесении на фоне 60 т/га подстильного навоза KPC + $N_{30}P_{30}K_{90}$ – 116,9 т/га. В вариантах с некорневыми подкормками удобрениями отмечено повышение урожайности относительно фона на 7,6–10 т/га, что составило 8–11%.

За счет плодородия высококультуренной дерново-подзолистой суглинистой почвы в погодных условиях 2018 г. получено 66,2 т/га плодов кабачка, что на 9,8 т/га, или 17% больше по сравнению со среднекультуренной супесчаной почвой, в среднем по удобренным вариантам разница в урожае составила 20 % (табл. 2).

Таблица 2

Влияние удобрений на урожайность кабачка Каризма на дерново-подзолистой суглинистой почве в ОАО «Гастелловское»

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	
Без удобрений (контроль)	66,2	77,3	107,4	83,6	
$N_{60}P_{30}K_{90}$ – фон	101,1	95,2	123,5	106,6	23,0
$N_{90}P_{30}K_{150}$	105,2	102,0	134,5	113,9	30,3
Подстильный навоз крупного рогатого скота, 60 т/га	110,9	108,9	119,8	113,2	29,6
Подстильный навоз крупного рогатого скота, 60 т/га + $N_{30}P_{30}K_{90}$	115,1	107,6	136,0	119,6	36,0
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор, (1,6+1,6) л/га	99,6	110,2	124,0	111,3	27,7
Фон + Адоб Профит 4+12+38, (2+2) кг/га	96,4	108,3	125,5	110,1	26,5
Фон + Солюкат Плюс 0-16-34, (1+1) кг/га	100,2	104,8	124,5	109,8	26,2
HCP_{05}	5,2	5,1	5,4	5,2	

Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{90}$ (фон) способствовало росту урожайности на 34,9 т/га, или на 53 %, в то время как на супесчаной почве – на 12 %, что связано с лучшей влагообеспеченностью суглинистой почвы в засушливых погодных условиях 2018 г. (ГТК 1,1). В результате на 1 кг NPK получено 194 кг плодов. Увеличение доз удобрений до $N_{90}P_{30}K_{150}$ обеспечило только тенденцию к росту урожайности по сравнению с фоном. Некорневые обработки микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор, комплексными удобрениями Адоб Профит 4+12+38 и Солюкат Плюс 0-16-34 к значимым изменениям урожайности кабачка не привели.

В 2019 г. в неудобренном варианте получено 77,3 т/га плодов кабачка, что на уровне урожайности на среднекультуренной супесчаной почве. Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{90}$ (фон) способствовало росту урожайности на 17,9 т/га, или на 23 %. В результате на 1 кг NPK получено 99 кг плодов. Увеличение доз удобрений до $N_{90}P_{30}K_{150}$ обеспечило рост урожайности по сравнению с фо-

ном на 6,8 т/га, но при этом окупаемость 1 кг NPK снизилась до 91 кг. В погодных условиях текущего года агрономически эффективным приемом было внесение подстилочного навоза крупного рогатого скота как на среднеокультуренной, так и на высокоокультуренной почвах. Прибавка урожая на высокоокультуренной почве за счет внесения 60 т/га ПН крупного рогатого скота составила 31,6 т/га, т. е. на 1 т навоза получено 527 кг плодов кабачка. Дополнительное внесение $N_{30}P_{30}K_{90}$ на фоне 60 т/га ПН КРС не оказало существенного влияния на урожайность. Высокоэффективными в текущем году были некорневые обработки растений кабачка микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор (прибавка к фону – 15,1 т/га), удобрений Адоб Профит 4+12+38 (прибавка к фону – 13,1 т/га) и Солюкат Плюс 0-16-34 (прибавка к фону – 9,6 т/га).

В 2020 г. за счет плодородия высокоокультуренной дерново-подзолистой суглинистой почвы получено 107,4 т/га плодов кабачка (табл. 2), что на 26,1 т/га выше (+32 %), чем на среднеокультуренной супесчаной почве (табл. 1). Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{90}$ (фон) способствовало росту урожайности на 16,1 т/га, или на 15 %. В результате на 1 кг NPK получено 89 кг плодов. Увеличение доз удобрений до $N_{90}P_{30}K_{150}$ обеспечило рост урожайности по сравнению с фоном на 11,0 т/га. Прибавка урожайности на высокоокультуренной почве за счет внесения 60 т/га ПН крупного рогатого скота составила 12,4 т/га, т. е. на 1 т навоза получено 206 кг плодов кабачка. Дополнительное внесение $N_{30}P_{30}K_{90}$ на фоне 60 т/га ПН крупного рогатого скота увеличило урожайность на 16,2 т/га. В погодных условиях 2020 г. некорневые подкормки растений кабачка изучаемыми удобрениями на высокоокультуренной почве не оказали существенного влияния на урожайность плодов.

В результате на высокоокультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве в среднем за 3 года за счет ее плодородия получено 83,6 т/га плодов кабачка. Внесение $N_{60}P_{30}K_{90}$ обеспечило прибавку урожая на 23 т/га, или 28 % к контролю (табл. 5). Окупаемость 1 кг NPK составила 128 кг плодов кабачка. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{90}P_{30}K_{150}$ обеспечило рост урожайности на 7,3 т/га по сравнению с фоном при окупаемости дополнительно внесенного 1 кг NPK 81 кг плодов. Внесение подстилочного навоза КРС в дозе 60 т/га обеспечило сбор плодов кабачка на уровне 113,2 т/га, что на 29,6 т/га выше, чем на контроле, обеспечив на 1 т навоза 493 кг кабачка. Внесение $N_{30}P_{30}K_{90}$ по фону подстилочного навоза КРС способствовало дополнительному росту урожайности плодов на 6,4 т/га, или 43 кг на 1 кг NPK. Некорневые подкормки растений микроудобрением МикроСтим-Цинк, Бор обеспечили рост урожайности на 4,7 т/га, Адоб Профит – на 3,5 т/га, удобрением Солюкат Плюс – на 3,2 т/га, что на 3–4 % выше фона.

Анализ содержания нитратов показал, что в основном в плодах каждого последующего сбора накапливалось нитратов меньше, чем в предыдущем. Ко времени уборки урожая содержание сухого вещества в кабачках составило 7–8 %, что показывает их пригодность для переработки. При существующих ПДК нитратов для переработки кабачка на пищевые цели (400 мг/кг) и на детское питание (200 мг/кг) в течение трех лет исследования кабачок первого сбора по содержанию нитратов не проходил для переработки на детское питание.

Установлено, что накопление нитратов зависело от погодных условий, особенно в период формирования урожая. 2018 год характеризовался наиболее высоки-

ми температурами и количеством солнечных дней в период созревания кабачка (июль-август). Так, сухая солнечная погода в июле-августе 2018 г. была самой благоприятной для получения плодов кабачка с низким содержанием нитратов: кабачок второго и третьего сборов на высококультуренной почве и третьего сбора на среднекультуренной почве во всех вариантах был пригоден для переработки на детское питание (табл. 3). В среднем по опыту на высококультуренной почве в плодах кабачка накопление нитратов составило 198 мг/кг, на среднекультуренной – 245 мг/кг.

В 2018 г. в среднем по вариантам в плодах первого сбора содержание нитратов на высококультуренной почве составило 391 мг/кг, на среднекультуренной – 363 мг/кг, во втором сборе – 112 мг/кг и 231 мг/кг и в третьем сборе – 92 мг/кг и 141 мг/кг соответственно. В 2020 г. в первом сборе в плодах в среднем содержалось 414 мг/кг на высококультуренной почве и 540 мг/кг – на среднекультуренной почве, во втором сборе – 434 и 425 мг/кг и в третьем – 184 и 160 мг/кг соответственно (табл. 3).

Самым неблагоприятным для получения плодов кабачка с низким содержанием нитратов был вегетационный период 2019 г., при большом количестве пасмурных дней ГТК в августе составил 1,88 (ГТК в 2018 г. – 0,78, в 2020 г. – 1,14). В результате, независимо от срока уборки, содержание нитратов было достаточно высоким – около 400 мг/кг и выше (табл. 3).

На дерново-подзолистой высококультуренной почве в условиях 2018 г. наблюдалась четкая зависимость накопления нитратов от системы удобрения: некорневые подкормки микроудобрением МикроСтим-Цинк,Бор, комплексным удобрением Адоб Профит 4+12+38 и удобрением Солюкат Плюс 0-16-34 способствовали снижению накопления нитратов в среднем за сезон на 24–33 %, в то время как на среднекультуренной на 9–12 %, в 2019 г. – на обеих почвах, благодаря некорневым подкормкам, нитратов накапливалось на 19–24 % ниже фона, в 2020 г. – на высококультуренной почве – на 13–26 % ниже фона, на среднекультуренной – на 7–14 % (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений на накопление нитратов в плодах кабачка Каризма на дерново-подзолистых почвах, 2018-2020 гг.

Вариант опыта	Содержание нитратов, мгNO ₃ -/кг			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
<i>Дерново-подзолистая супесчаная почва</i>				
Без удобрений (контроль)	234	405	362	334
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	246	452	371	356
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₈₀	266	466	429	387
Подстилочный навоз крупного рогатого скота, 60 т/га	264	476	395	378
Подстилочный навоз крупного рогатого скота, 60 т/га + N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	289	585	443	439
Фон + МикроСтим-Цинк,Бор, (1,6+1,6) л/га	224	355	344	308
Фон + Адоб Профит 4+12+38, (2+2) кг/га	218	359	341	306
Фон + Солюкат Плюс 0-16-34, (1+1) кг/га	217	354	317	296
НСР ₀₅	21	38	31	31

Вариант опыта	Содержание нитратов, мгNO ₃ -/кг			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
<i>Дерново-подзолистая суглинистая почва</i>				
Без удобрений (контроль)	211	403	375	330
N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀ – фон	228	478	343	350
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₅₀	233	420	410	354
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	206	426	360	331
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га + N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	221	575	415	404
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор, (1,6+1,6) л/га	154	371	300	275
Фон + Адоб Профит 4+12+38, (2+2) кг/га	162	362	293	272
Фон + Солюкат Плюс 0-16-34, (1+1) кг/га	173	385	254	271
НСР ₀₅	19	37	29	29

В результате определения содержания нитратов в различных ярусах кабачка (рис. 2) установлено, что наибольшее количество нитратов содержится в первом, нижнем ярусе (в возрастной категории самые старые плоды) и в верхнем ярусе (самые молодые плоды). У плодов центрального яруса (обычно плоды 2, 3 яруса) содержание нитратов ниже. По мере вызревания плодов на кусте содержание нитратов уменьшается, в то время как у срезанных плодов, при хранении на складе или в междурядьях, количество нитратов не уменьшается или уменьшается незначительно. При превышении норм по содержанию нитратов в кабачке, плоды нижнего яруса целесообразно использовать, например, для кормления животных.



Рис. 2. Содержание нитратов в различных ярусах плодов кабачка, мг/кг сырой массы

Установлено, что содержание нитратов в различных частях кабачка не одинаково (рис. 3). Наибольшая концентрация нитратов находится в нижней час-

ти плода, месте крепления плети и экзокарпия. Меньшее содержание нитратов в эндокарпии. Мезокарпий (основная часть плода) содержит среднее значение между экзокарпием и эндокарпием, и определяет основное содержание нитратов в плоде.

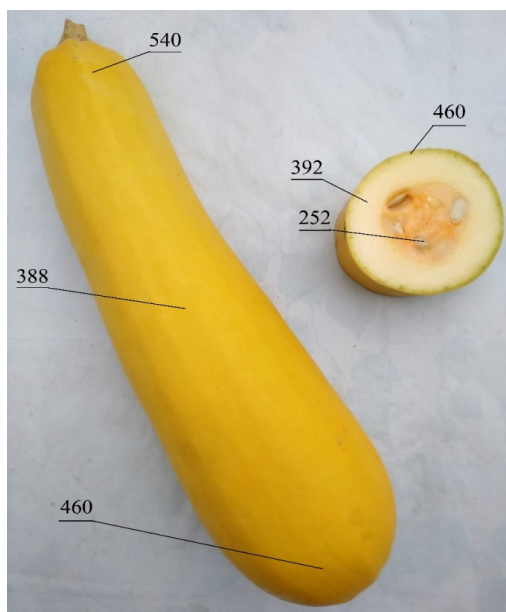


Рис. 3. Содержание нитратов в отдельных частях кабачка, мг/кг сырой массы

В результате сравнительного анализа содержания нитратов в сортах кабачка (табл. 4) установлено, что наиболее низким их накоплением отличались сорта Черный красавец и Цукеша.

Таблица 4

Сортовая специфичность относительно накопления нитратов кабачком

Сорт	Сроки созревания	Содержание нитратов, мг/кг	% к контролю
Грибовский 37	Среднеспелый	350	100
Цукеша	Раннеспелый	321	92
Ананасный	Раннеспелый	393	112
Каризма F ₁	Раннеспелый	386	110
Аэронавт	Раннеспелый	329	94
Черный красавец	Раннеспелый	310	88
Находка F ₁	Раннеспелый	376	107

ВЫВОДЫ

Разработаны оптимальные системы удобрения кабачка, возделываемого на дерново-подзолистых почвах, обеспечивающие стабильную урожайность с высоким качеством плодов. Некорневые подкормки посевов кабачка одним

из удобрений: МикроСтим-Цинк, Бор, (1,6+1,6) л/га, Адоб Профит 4+12+38, (2+2) кг/га или Солюкат Плюс 0-16-34, (1+1) кг/га на фоне $N_{60}P_{60}K_{120}$ (для среднекультуренной супесчаной почвы) и $N_{60}P_{30}K_{90}$ (для высококультуренной суглинистой почвы) обеспечивают урожайность плодов на уровне 98,6–101,0 т/га, или на 8–11 % выше фона при снижении содержания нитратов в среднем на 13–17 % на среднекультуренной почве и 109,8–111,3 ц/га, или на 3–4 % выше фона при снижении содержания нитратов в среднем на 21–23 % на высококультуренной почве.

Выявлены сорта и гибриды кабачка, которые в меньшей степени накапливают нитратный азот в конкретных почвенно-климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В мире экологизированного и органического овощеводства / А. А. Аутко [и др.]. – Гродно: ООО «ЮрСаПринт», 2018. – 220 с.
2. *Велик, В. Ф.* Овощные культуры и технология их возделывания / В. Ф. Велик, В. Е. Советкина. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 480 с.
3. *Литвинов, С. С.* Выращивание овощей для детского и диетического питания / С. С. Литвинов, В. А. Борисов. – М., 1998. – 68 с.
4. *Глунцев, Н. М.* Как снизить содержание нитратов в продукции / Н. М. Глунцев, Л. В. Дмитриева, С. О. Макарова // Картофель и овощи. – 1990. – № 1. – С. 24–28.
5. *Покровская, С. Ф.* Пути снижения содержания нитратов в овощах / С. Ф. Покровская. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1988. – 59 с.
6. *Алексеев, В. Н.* Влияние системы удобрения кабачка на содержание нитратов в продукции / В. Н. Алексеев, П. В. Бородин, Я. В. Тевель // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX Междун. науч.-практ. конф. – Гродно, 2007. – С. 85–86.
7. *Обуховская, Л. В.* Влияние различных норм азотных удобрений и ингибиторов нитрификации на накопление нитратов в овощных культурах: автореф. дис ... канд. биол. наук: 06.01.04 / Л. В. Обуховская; ТСХА. – М., 1981. – 18 с.
8. *Переднев, В. П.* Удобрение овощных культур / В. П. Переднев. – Минск: Ураджай, 1987. – 144 с.
9. *Переднев, В. П.* Урожай и качество овощей при длительном внесении удобрений / В. П. Переднев, П. Я. Пивень // Качество овощей и бахчевых культур. – М.: Колос, 1981. – С. 172.
10. *Бадьина, В. М.* Действие и последствие органических удобрений на урожайность, качество овощных культур и плодородие почвы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. М. Бадьина; БСХА. – Горки, 1989. – 18 с.
11. *Дерюгин, И. П.* Питание и удобрение овощных культур / И. П. Дерюгин, А. Н. Кулюкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 1998. – 326 с.
12. *Борисов, В. А.* Оптимизация питания овощных культур / В. А. Борисов // Картофель и овощи. – 1997. – № 1. – С. 21–23.
13. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

**INFLUENCE OF FERTILIZERS ON YIELD AND ACCUMULATION
OF NITRATES IN THE FRUITS OF ZUCHININ SOD-PODZOLIC SOILS
OF DIFFERENT DEGREES OF FERTILITY**

**T. M. Seraya, E. N. Bahatyrova, Y. A. Belyavskaya, T. M. Kirdun,
O. M. Biryukova, M. M. Torchilo, N. Yu. Zhabrovskaya, I. N. Putyrsky,
G. A. Demina, E. N. Oleshuk**

Summary

On the basis of new experimental data obtained in field technological experiments, optimal systems for fertilizing zucchini cultivated on sod-podzolic soils of different degrees of fertility have been developed, providing stable yields with high fruit quality.

Varieties and hybrids of zucchini that accumulate nitrate to a lesser extent in specific soil and climatic conditions are identified.

Поступила 03.03.21

УДК 541.726:631.589:631.811

**ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ ДЛЯ РАСТЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТОВ**

**В. С. Солдатов, А. П. Езубец, В. В. Сапрыкин,
Е. Г. Косандрович, Л. Н. Шаченкова**

*Институт физико-органической химии
Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Возможность использования цеолитов в качестве носителей катионных питательных элементов для растений непосредственно следует из их химической природы и физического строения. Наиболее подходящие для этой цели природные цеолиты имеют обменную емкость до 100 м-экв/100 г и водопоглощение около 20 %. В природе они находятся в виде осадочных или вулканических туфов с содержанием основного компонента до 70 %. Известно, что внесение в питательные среды природных цеолитовых туфов (обычно упоминаемых как *цеолиты*) оказывает положительное действие на рост растений. Это может быть связано с тем, что они содержат некоторое количество подвижного калия, примеси карбонатов кальция и магния, микроэлементы. Кроме того, считается, что они улучшают агрофизические свойства почв, содействуя их разрыхлению и водоудерживающей способности. Обширная библиография по этому вопросу содержится в книге [1]. Запасы разведанных месторождений на Земле исчисляются несколькими миллиардами тонн, а их добыча составляла в 2016 г. 1,6 млн т. Они применяются преимущественно в качестве сорбентов и катализаторов в промышленности и быту. Природные цеолиты непригодны для выращивания растений, так как не