

УДК: 631.559:635.1/.8:631.812

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНОЙ, ОРГАНИЧЕСКОЙ И ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

© 2021 г. В. А. Борисов<sup>1</sup>, О. Н. Успенская<sup>1,\*</sup>, И. Ю. Васючков<sup>1</sup><sup>1</sup> Федеральный научный центр овощеводства, Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства 140153 Московская обл., Раменский р-н, д. Верея, стр. 500, Россия

\*E-mail: vniioh@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.05.2021 г.

После доработки 12.07.2021 г.

Принята к публикации 13.09.2021 г.

В условиях интенсивного овощеводства, при использовании высоких доз минеральных удобрений, капельного орошения, новых гибридов, фертигации водорастворимыми удобрениями, применении ГМО и пестицидов, регуляторов роста и интенсивных гибридов появилась возможность резкого повышения урожайности овощных культур. В то же время качество овощной продукции в этих условиях имеет тенденцию к существенному снижению. Важнейшим фактором регулирования продуктивности и качества овощных культур является оптимизация питания овощных растений за счет научно обоснованных систем удобрения. Целью работы был выбор наиболее перспективной системы удобрения овощных культур на основе обобщения многолетних данных отдела земледелия и агрохимии ВНИИО и его опытных станций. Исследования проводили с 16 основными овощными культурами в 1988–2020 гг. при использовании минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения. Выявлено, что наиболее перспективной является органо-минеральная система, при которой наибольшая урожайность сочетается с достаточно высокими качественными показателями продукции. При применении органо-минеральной системы удобрения получено овощной продукции в среднем (для 16-ти культур) 45.0 т/га, что на 9–12% превышало урожайность при минеральной и органической системах удобрения. Среднее содержание витаминов в овощах при применении органо-минеральной системы удобрения (44.6 мг%) было меньше, чем при органической (46.9 мг%), но больше, чем при минеральной (42.8 мг%). Среднее содержание сахаров в продукции сохранялось на одном уровне (4.3–4.4%) при применении всех 3-х систем удобрения. Содержание нитратов в овощах было наиболее высоким при минеральной системе удобрения (в среднем для 16-ти культур – 359 мг/кг), в отдельных культурах превышало ПДК. При органической системе удобрения нитратное загрязнение продукции практически отсутствовало, при органо-минеральной – было существенно меньше, чем при минеральной (315 мг/кг).

**Ключевые слова:** овощные культуры, минеральная, органическая, органо-минеральная системы удобрения, урожайность, качество.

DOI: 10.31857/S000218812112005X

### ВВЕДЕНИЕ

Овощи являются важнейшим источником питания человека благодаря высокому содержанию углеводов, растительного белка, минеральных элементов и биологически активных веществ. На продуктивность и качество овощей большое влияние оказывает применение органических и минеральных удобрений [1–3]. Следует отметить и особое значение овощей для укрепления здоровья людей и борьбы с различными заболеваниями [4]. Для получения экологически безопасной овощной продукции важнейшее значение имеет выяснение эффективности различных систем

удобрения, применяемых в настоящее время в нашей стране [5–7]. Использование чисто органической системы, интенсивно пропагандируемой в ведущих странах Европы и Северной Америки, в нашей стране практически невозможно из-за дефицита и дороговизны высококачественных органических удобрений, опасности развития болезней овощей в период зимнего хранения при их применении, а также из-за накопления в овощах тяжелых металлов и радионуклидов [6–9].

Наиболее разумным в этих условиях является применение комплексной органо-минеральной системы удобрения в овоще-кормовых и овоще-

сидеральных севооборотах с овощными культурами различных ботанических семейств [5–7, 10]. Термин “органо-минеральная система удобрения” понимается нами в классическом смысле – в применении к севообороту. Цель работы – изучение влияния применения минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения на урожайность и качество овощных культур.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в отделе земледелия и агрохимии ВНИИ овощеводства и на Западно-Сибирской опытной станции института в условиях многолетних и краткосрочных опытов на аллювиальных луговых почвах Подмосковья и выщелоченных черноземах Западной Сибири с 16 овощными культурами [11–20].

Почвы для опытов были достаточно окультуренные, типичные для овощеводческих хозяйств регионов. Аллювиальные луговые почвы имели реакцию среды в диапазоне 6.2–6.9, содержание гумуса – 3.4–4.2%, азота общего – 0.20–0.25%, фосфора подвижного – 150–250 мг/кг, калия обменного – 140–160 мг/кг. Выщелоченные черноземы имели реакцию среды в диапазоне 6.3–6.7, содержание гумуса – 3.8–4.9%, азота общего – 0.25–0.30%, фосфора подвижного – 306–358 мг/кг, калия обменного – 160–215 мг/кг. Все опыты проводили под методическим руководством профессора Борисова В.А., и они были заложены в условиях, рекомендуемых для овощных и овоще-кормовых севооборотов, согласно существующим методическим разработкам [15–17].

За 33 года исследования (1988–2020 гг.) во ВНИИО и ЗСООС обобщено более 100 опытов. Опыты с белокочанной капустой, морковью, свеклой столовой, капустой цветной, брокколи, петрушкой, сельдереем, кабачками, патиссонами, репой, редькой, брюквой проведены ВНИИО на аллювиальных луговых почвах Подмосковья, с томатом, огурцом, луком – на выщелоченных черноземах Западно-Сибирской овощной опытной станции, где для этих культур были лучшие климатические условия, и где с 1942 г. действует многолетний стационар.

Дозы удобрений рассчитывали в соответствии с требованиями культуры к питательным элементам и их содержанием в исходной почве. При минеральной системе удобрения использовали в основном расчетные дозы удобрений в форме аммиачной селитры, суперфосфата и хлористого калия. При применении органической и органо-минеральной систем в качестве органических удобрений использовали полуперепревший навоз

и биокомпост согласно существующим рекомендациям ВНИИО [16]. Все исследования проводили в орошаемых условиях, что позволило добиться хорошего уровня урожайности культур и высокой эффективности удобрений.

В данной статье проведено обобщение исследований за 1988–2020 гг. с целью выяснения перспективности различных систем удобрения в российском овощеводстве. Были также использованы данные ВНИИА и АФИ [18–20].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 приведены данные средней урожайности 16-ти овощных культур и средних показателей содержания суммы сахаров, витаминов и нитратов в продукции, выращенной при применении 3-х разных систем удобрения. При органо-минеральной системе удобрения получена наибольшая средняя урожайность культур (45.0 т/га), при минеральной и органической – сниженная (41.4 и 40.2 т/га соответственно). Однако для отдельных культур разница в средней урожайности была еще более существенной, причем как в отрицательную, так и в положительную сторону. Например, урожайность капусты белокочанной при органической системе удобрения снизилась на 18% по сравнению с минеральной, столовой свеклы – на 15%, дайкона – на 14%. С другой стороны, урожайность сельдерея при органической системе удобрения была на 22% больше, чем при минеральной, брюквы – на 17, лука – на 6, огурца – на 5%.

Качественные показатели 16-ти овощных культур также имели значительные различия. В целом органическая система удобрения способствовала более высокому содержанию в овощах витаминов (на 10%), сахаров (на 2.5%) по сравнению с минеральной. Особенным было преимущество органической системы в накоплении аскорбиновой кислоты над минеральной, что сказалось на луковицах лука репчатого – 34, зелени петрушки – 25, корнеплодах дайкона – 8, головках брокколи – 7 мг%. Томат, сельдерей, патиссон, наоборот, накапливали больше витамина С при минеральной системе удобрения.

Особенно четкие различия были получены при анализе овощей на содержание нитратов. Было выявлено, что большинство овощных культур накапливали значительно больше нитратов при применении минеральной системы удобрения по сравнению с органической, в среднем для всех культур – больше на 53%. Особенно резко эта разница проявилась на культурах капусты белокочанной (в 5.5 раза), свеклы столовой (в 2.5 ра-

Таблица 1. Эффективность применения минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения в российском овощеводстве (1988–2020 гг.)

Культура	Система удобрения												НСР <sub>05</sub> урожай- ности
	минеральная				органическая				органо-минеральная				
	урожай- ность, т/га	сахара, %	витамин С	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мг%	урожай- ность, т/га	сахара, %	витамин С	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мг%	урожай- ность, т/га	сахара, %	витамин С	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мг%	
Капуста белокочанная	79.2	4.6	33.0	385	64.9	4.8	32.0	70	85.8	4.7	32.0	165	4.3
Капуста цветная	22.5	2.9	78.0	251	21.7	2.5	72.0	244	23.9	2.5	62.2	271	1.3
Брокколи	13.4	2.4	85.0	172	13.0	2.2	90.7	166	14.8	2.2	83.8	200	1.1
Морковь столовая	46.5	6.7	12.1*	269	46.6	6.8	11.4*	250	48.7	7.0	12.0*	230	1.6
Свекла столовая	54.1	8.7	20.0	1317	46.0	9.9	20.0	522	59.0	8.6	21.0	1210	3.7
Томат	40.5	2.9	17.8	37	38.3	2.9	15.8	25	43.4	2.9	17.9	60	2.0
Огурец	35.2	1.9	15.0	211	36.9	1.9	15.8	233	28.9	1.9	14.6	269	3.3
Лук	57.6	6.5	3.8	29	60.8	6.3	5.1	17	66.4	6.3	4.4	14	3.7
Петрушка	39.2	5.8	214	693	41.3	5.9	268	334	42.7	5.9	265	392	1.4
Сельдерей	41.8	2.2	114	276	51.1	2.3	95	141	51.9	2.5	111	213	2.6
Кабачок	38.2	2.6	4.0	498	37.5	2.4	2.9	455	40.8	2.7	4.2	395	3.4
Паписсон	37.9	2.9	8.1	468	37.1	2.2	2.7	423	42.1	2.5	7.7	398	3.6
Репа	24.8	4.6	18.3	162	24.4	4.5	18.1	101	24.7	4.5	18.4	157	1.2
Редька	34.1	4.4	19.0	262	26.9	4.7	18.1	304	36.4	4.4	16.3	404	2.5
Дайкон	53.1	3.3	13.6	460	45.5	3.5	14.7	466	48.5	3.5	15.6	424	3.3
Брюква	43.6	6.6	29.1	252	50.9	5.8	27.3	167	53.1	6.0	27.4	239	2.6
Средние	41.4	4.3	42.8	359	40.2	4.4	46.9	234	45.0	4.4	44.6	315	—

\*Каротин.

за), петрушки (в 2.1 раза), репы (в 1.6 раза), брюквы (в 1.5 раза).

Увеличить урожайность овощных культур при сохранении достаточно высокого качества продукции можно при использовании комплексной органо-минеральной системы удобрения. Экспериментальные данные убедительно показали, что именно совместное использование минеральных и органических удобрений позволило получить высокую урожайность овощей, в среднем на 9% больше, чем при минеральной системе, и на 12% больше, чем при органической. Наибольшая урожайность белокочанной капусты, свеклы столовой, томата, репчатого лука, кабачка, петрушки, патиссона и других культур получена при применении этой системы удобрения.

Качественные показатели продукции, полученные при применении органо-минеральной системы удобрения, близки к тем, какие были отмечены при применении органической системы, а содержание нитратов было намного меньше, чем при минеральной системе, и несколько большее, чем при применении органической системы удобрения.

## ВЫВОДЫ

1. Результаты использования в российском овощеводстве различных систем удобрения овощных культур показали, что наилучшей из них является комплексная органо-минеральная система, при которой существенно повышается урожайность овощей при сохранении достаточно высокого качества продукции.

2. При органо-минеральной системе удобрения получено в среднем (для 16-ти культур) овощной продукции 45.0 т/га, что на 9–12% превышало урожайность при применении минеральной и органической систем удобрения.

3. Среднее содержание витаминов в овощах при применении органо-минеральной системы удобрения (44.6 мг%) было меньше, чем при органической системе (46.9 мг%), но больше, чем при минеральной (42.8 мг%).

4. Среднее содержание сахаров в продукции сохранялось на одном уровне (4.3–4.4%) при выращивании овощей при применении всех 3-х систем удобрения.

5. Содержание нитратов в овощах было наиболее высоким при минеральной системе удобрения (в среднем для 16-ти культур – 359 мг/кг), в отдельных культурах превышало ПДК. При органической системе удобрения нитратное загрязнение продукции практически отсутствовало, при

органо-минеральной было существенно меньше, чем при минеральной (315 мг/кг).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Журбицкий З.И.* Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 293 с.
2. *Авдонин Н.С.* Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции. М.: Колос, 1979. 307 с.
3. *Борисов В.А., Литвинов С.С., Романова А.В.* Качество и лежкость овощей. М.: ВНИИО, 2003. 625 с.
4. *Рабинович А.М., Борисов В.А.* Целебные овощные и пряно-ароматические растения России. М.: Арнебия, 2008. 525 с.
5. *Борисов В.А.* Система удобрения овощных культур. М.: Росинформагротех, 2016. 392 с.
6. *Борисов В.А., Сирота С.М., Беляков М.А.* Влияние длительного систематического применения удобрений на урожайность и качество овощных культур на черноземе выщелоченном Западной Сибири // *Агрохимия*. 2006. № 3. С. 22–27.
7. *Литвинов С.С.* Научные основы современного овощеводства. М.: РАСХН, 2008. 776 с.
8. *Солдатенко А.В.* Экологические аспекты регулирования накопления радионуклидов овощными культурами. М.: ФНЦО, 2019. 344 с.
9. *Современные проблемы радиологии в сельском хозяйстве в производстве / Под ред. Мешерского Ю.А.* Рязань: Мещер. филиал ВНИИГИМ, 2010. 344 с.
10. *Литвинов С.С.* Проблемы экологизации овощеводства России. М.: РАСХН, 1988. 363 с.
11. *Лысенко И.А.* Урожайность, качество и сохранность капусты цветной и брокколи в зависимости от применения удобрений и регуляторов роста: Дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ВНИИО, 2015. 150 с.
12. *Скрипник А.В.* Действие удобрений на урожайность, качество и лежкость корнеплодов брюквы и репы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ВНИИО, 2012. 21 с.
13. *Кулиш В.Ф.* Урожайность и качество петрушки и сельдерея при рациональном использовании удобрений: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ВНИИО, 1988. 20 с.
14. *Гренадеров Н.В.* Действие удобрений на урожайность, качество и лежкость редьки зимней и дайкона: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ВНИИО, 2010. 21 с.
15. *Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. Белика В.Ф.* М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.
16. *Иванов А.Л., Сычев В.Г., Чекмарев П.А., Державин Л.М., Борисов В.А.* Методическое руководство по проектированию применения удобрений в интенсивном овощеводстве открытого грунта. М.: Росинформагротех, 2012. 476 с.
17. *Литвинов С.С.* Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: РАСХН, 2011. 648 с.
18. *Конашенков А.А.* Научное обоснование систем удобрения для прецизионного применения в усло-

- виях Северо-Запада России: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб.: АФИ, 2014. 40 с.
19. *Конашенков А.А.* Эффективность точной органо-минеральной системы удобрения в овощном севообороте // Мат-лы координац. совещ. и научн. сессии Агрофизического ин-та. СПб.: АФИ РАСХН, 2009. С. 177–184.
20. *Иванов А.И., Конашенков А.А.* Агроэкологические исследования неравномерного внесения навоза в овощном севообороте // Агрохимия. 2012. № 6. С. 66–72.

## Productivity and Quality of Vegetable Crops when Using Mineral, Organic and Organo-Mineral Fertilizer Systems

V. A. Borisov<sup>a</sup>, O. N. Uspenskaya<sup>a,#</sup>, and I. Yu. Vasyuchkov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Federal Scientific Center of Vegetable Growing, All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing 140153 Moscow region, Ramensky district, d. Vereya, 500, Russia

<sup>#</sup>E-mail: vniioh@yandex.ru

In the conditions of intensive vegetable growing, with the use of high doses of mineral fertilizers, drip irrigation, new hybrids, fertigation with water-soluble fertilizers, the use of GMOs and pesticides, growth regulators and intensive hybrids, the possibility of a sharp increase in the yield of vegetable crops has appeared. At the same time, the quality of vegetable products in these conditions tends to significantly decrease. The most important factor in regulating the productivity and quality of vegetable crops is the optimization of the nutrition of vegetable plants through scientifically based fertilizer systems. The aim of the work was to select the most promising system for fertilizing vegetable crops based on the generalization of long-term data from the Department of agriculture and agrochemistry of VNIIO and its experimental stations. Studies were carried out with 16 main vegetable crops in 1988–2020 using mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems. It is revealed that the most promising is the organo-mineral system, in which the highest yield is combined with sufficiently high quality indicators of products. When using the organic-mineral fertilizer system, vegetable products were obtained on average (for 16 crops) 45.0 t/ha, which was 9–12% higher than the yield with mineral and organic fertilizer systems. The average content of vitamins in vegetables when using the organo-mineral fertilizer system (44.6 mg%) was less than with organic (46.9 mg%), but more than with mineral (42.8 mg%). The average sugar content in the products remained at the same level (4.3–4.4%) when using all 3 fertilizer systems. The content of nitrates in vegetables was the highest with the mineral fertilizer system (on average for 16 crops – 359 mg/kg), in some crops it exceeded the MPC. With the organic fertilizer system, nitrate contamination of products was practically absent, with the organo-mineral system, it was significantly less than with the mineral (315 mg/kg).

*Key words:* vegetable crops, mineral, organic, organo-mineral fertilizer systems, yield, quality.