

УДК 631.816.12:635.1/.8:631.42:631.811

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДКОРМОК ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПО ДАННЫМ ПОЧВЕННОЙ И РАСТИТЕЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

© 2022 г. В. А. Борисов¹, И. Ю. Васючков¹, А. А. Коломиец¹,
О. Н. Успенская^{1,*}, С. В. Белова¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства –
филиал Федерального научного центра овощеводства
140153 Московская обл., Раменский р-н, д. Верея, стр. 500, Россия

*E-mail: usp-olga@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.06.2021 г.

После доработки 24.09.2021 г.

Принята к публикации 15.11.2021 г.

В лабораторно-полевом исследовании в 2015–2020 гг. выявлена реакция капусты белокочанной поздней, моркови и свеклы столовой на внесение минеральных удобрений в виде подкормок по результатам почвенной и растительной диагностики питания. Установлено, что по данным анализа почвы и черешков листьев и содержанию питательных элементов в середине вегетации, можно существенно скорректировать дозы корневых подкормок растений для улучшения качества продукции, что очень важно в условиях перехода на экологически чистые технологии возделывания овощных культур. Исследование было проведено по общепринятым методикам на аллювиальных луговых среднесуглинистых почвах поймы р. Москвы (Раменский р-н Московской обл.), которые типичны для овощеводческих хозяйств Подмоскovie. Выяснено, что для позднеспелой белокочанной капусты гибрида Континент F₁ и столовой свеклы сорта Карина более рентабельным было основное весеннее внесение расчетной дозы: прибавка урожайности составила 30 и 31%, прибыль – 363 и 276 тыс. руб./га, рентабельность – 113 и 114% соответственно. Для моркови возможно применение 1/2 дозы NPK в основное внесение и последующая подкормка удобрениями в фазе начала образования корнеплодов (1-я декада июля) по анализу почвы, что обеспечило прибавку урожайности 23%, прибыль – 415 тыс. руб./га, рентабельность – 197%. Корневые подкормки растений на фоне основного внесения 1/2 дозы азотно-калийных удобрений в фазе начала образования корнеплодов/формирования кочана (1-я декада июля) не ухудшали биохимическое качество овощной продукции и обеспечивали снижение содержания нитратов. Лучшие экономические результаты дало проведение подкормок в течение вегетации при использовании почвенной диагностики.

Ключевые слова: капуста белокочанная поздняя, морковь, свекла столовая, урожайность, подкормки, листовая и почвенная диагностика, качество, экономическая эффективность.

DOI: 10.31857/S000218812202003X

ВВЕДЕНИЕ

Основные овощные культуры Нечерноземной зоны (капуста белокочанная поздняя, морковь и свекла столовая) имеют довольно длительный вегетационный период (4–6 мес.) и потребляют большое количество питательных веществ для получения высокой урожайности. При уровне урожайности 60–90 т/га эти культуры выносят из почвы: N – 185–345, P₂O₅ – 100–123 и K₂O – 296–377 кг/га [1–3]. Разовое внесение таких больших доз удобрений может привести к резкому повышению концентрации минеральных солей в почве и отрицательно сказаться на всходах и молодых растениях, особенно моркови. Кроме этого, при разовом основном внесении высоких доз удобрений

есть опасность перерастания корнеплодов, потери ими товарных качеств, а также избыточного накопления нитратов, что особенно актуально для свеклы столовой.

В научной литературе по овощеводству имеются исследования диагностики питания овощных культур, в которых разработаны дифференцированные дозы применения удобрений в зависимости от содержания питательных элементов в почве и растениях в различные периоды вегетации [1, 4–6].

В период интенсификации овощеводства, при появлении новых видов и форм удобрений, новых сортов и гибридов, капельного орошения и фертигации требуется корректировка этих дан-

Таблица 1. Действие основного удобрения и подкормок на урожайность и качество капусты белокочанной поздней, гибрид Континент F_1 (2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность кочанов, т/га					Качество кочанов				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя		стандарт	сухое вещество	сумма сахаров	витамин С, мг%	NO ₃ ⁻ , мг/кг
				т/га	%					
Без удобрений	52.2	53.8	58.4	54.8	100	91.1	10.6	5.12	22.4	250
N180P100K270	65.8	70.4	78.1	71.4	130	95.6	9.8	5.06	24.1	408
N90P50K135 (фон)	56.7	59.6	65.2	60.5	110	93.1	10.1	4.99	24.7	316
Фон + N75K57 (диагностика листьев)	61.4	62.6	68.4	64.1	117	93.7	9.7	4.79	24.2	363
Фон + N39 (диагностика почвы)	62.8	63.4	70.1	65.4	119	94.3	10.0	4.97	24.5	370
HCP ₀₅	4.0	3.4	4.3	3.9	—	—	—	—	—	—

ных и рекомендации для разработки дифференцированной системы питания основных овощных культур с учетом качества и рентабельности полученной продукции. Цель работы – исследование эффективности применения минеральных удобрений в виде подкормок овощных культур по данным почвенной и растительной диагностики.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2015–2020 гг. на аллювиальной луговой среднесуглинистой почве поймы р. Москвы на экспериментальном участке отдела земледелия и агрохимии ВНИИ овощеводства, анализы почвы и растений выполнены в лаборатории агрохимии ВНИИО – филиала ФНЦО.

Почва опытного участка характеризуется мощным гумусовым горизонтом (до 80 см), со средним содержанием гумуса (3.10–3.50%), нейтральной и слабокислой реакцией почвенной среды (рН 5.8–6.6), с высоким содержанием подвижного фосфора (20–27 мг P₂O₅/100 г, по Чирикову), она слабо и средне обеспечена обменным калием (10–15 мг K₂O/100 г, по Чирикову).

В схему опытов были включены варианты: без удобрений, расчетная доза удобрений на планируемую урожайность капусты белокочанной поздней 70 т/га, моркови – 50 т/га, свеклы столовой – 60 т/га, которые составляли соответственно N180P100K270, N90P60K180 и N120P60K180, половинная доза этих удобрений, а также варианты с корневой подкормкой растений по данным анализа почвы и черешка листа на фоне основного внесения 1/2 дозы NPK.

Технология возделывания овощных культур, все агротехнические операции и агрохимические

анализы проводили в соответствии с методическими разработками ВНИИО [7, 8], а также ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова и Почвенного института им. В.В. Докучаева [9].

Отбор проб почвы (слой 0–20 см) и листьев для диагностики минерального питания проводили в фазе начала образования корнеплодов/формирования кочанов (1-я декада июля). Анализ почвы и черешков листьев и расчет дозы корневой подкормки проводили по методикам [5, 8, 9]. Подкормку вносили в рядки с последующей заделкой культиватором.

Погодные условия в годы исследования были разными. При среднемноголетних показателях за вегетационный сезон (май–октябрь) температуры воздуха 12.6°C и суммы осадков 366 мм наблюдали отклонения по годам исследования: 2015 г. характеризовался как теплый и очень влажный (14.3°C, 865 мм осадков), 2016 г. – теплый и засушливый (15.4°C, 315 мм осадков), 2017 г. – теплый и умеренно влажный (14.8°C, 435 мм осадков), 2018 г. – жаркий и сухой (18.2°C, 204 мм осадков), 2019 г. – теплый и засушливый (16.7°C, 299 мм осадков), 2020 г. – теплый и умеренно влажный (16.4°C, 355 мм осадков).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 3-летнем исследовании с капустой белокочанной поздней (гибрид Континент F_1) выяснено, что высокое естественное плодородие аллювиальной луговой среднесуглинистой почвы опытного участка обеспечивало получение урожая кочанов от 52 до 58 т/га с хорошим качеством продукции. Расчетная доза минеральных удобрений N180P100K270 в основное внесение увеличивала урожайность кочанов до 71.4 т/га (табл. 1)

Таблица 2. Действие основного удобрения и подкормок на урожайность и качество моркови сорта Лосиноостровская 13 (2015, 2017 гг.)

Вариант	Урожайность корнеплодов, т/га				Качество корнеплодов				
	2015 г.	2017 г.	средняя		стандарт	сухое вещество	сумма сахаров	каротин, мг %	NO ₃ ⁻ , мг/кг
			т/га	%					
Без удобрений	61.3	52.5	56.9	100	77.5	12.4	5.12	8.5	110
N90P60K180	70.4	63.7	67.1	118	78.0	11.7	5.04	9.0	228
N45P30K90 (фон)	68.9	60.6	64.8	114	82.0	11.8	5.68	8.9	137
Фон + N18K8 (диагностика листьев)	78.8	62.0	70.4	124	78.0	11.1	5.47	8.9	240
Фон + N8K38 (диагностика почвы)	78.0	62.5	70.3	123	81.0	10.6	5.62	8.7	194
HCP ₀₅	3.0	4.6	3.8	—	—	—	—	—	—

Таблица 3. Действие основного удобрения и подкормок на урожайность и качество свеклы столовой сорта Карина (2016, 2017, 2019 гг.)

Вариант	Урожайность корнеплодов, т/га					Качество корнеплодов				
	2016 г.	2017 г.	2019 г.	средняя		стандарт	сухое вещество	сумма сахаров	бетанин, мг %	NO ₃ ⁻ , мг/кг
				т/га	%					
Без удобрений	51.3	54.0	50.7	52.0	100	81.3	13.9	7.00	108	563
N120P60K180	67.5	74.8	61.4	67.9	131	95.1	12.7	6.45	104	1170
N60P30K90 (фон)	57.0	58.1	56.8	57.3	110	97.6	11.5	6.71	102	889
Фон + N52K25 (диагностика листьев)	61.7	66.4	60.0	62.7	121	94.6	12.4	6.68	103	828
Фон + N5K8 (диагностика почвы)	61.6	63.0	61.4	62.0	119	94.2	12.1	6.85	98.7	638
HCP ₀₅	4.5	5.1	2.7	4.1	—	—	—	—	—	—

или на 30%, снижение этой дозы на половину приводило к существенному уменьшению урожайности (на 20%).

Внесение подкормок под капусту на фоне основного внесения 1/2 дозы NPK по результатам почвенной и листовой диагностики питания позволило увеличить урожайность кочанов с 60.5 до 64.1–65.4 т/га, то есть на 7–9%, что было статистически достоверным. Подкормки азотно-калийными (N75K57, при диагностике листьев) и азотными удобрениями (N39, при диагностике почвы) увеличили выход стандартной продукции и не оказывали существенного влияния на биохимическое качество кочанов. Вследствие меньшей

нагрузки удобрений содержание нитратов в кочанах было меньше на 9–11% в сравнении с основным внесением расчетной дозы.

В исследовании с морковью (сорт Лосиноостровская 13) выявлено, что в контрольном варианте (без удобрений) в годы опыта получено корнеплодов от 52 до 61 т/га; применение расчетной дозы минеральных удобрений N90P60K180 в основное внесение (табл. 2) обеспечило урожайность корнеплодов на уровне 67.1 т/га, что было больше контроля на 18%. Более высокая урожайность моркови (70.3–70.4 т/га) была достигнута при основном внесении 1/2 дозы NPK и последующей подкормке при диагностике листьев

Таблица 4. Экономическая эффективность подкормок овощных культур по данным растительной и почвенной диагностики

Вариант	Урожай стандартной продукции, т/га	Всего затрат тыс. руб./га	Прибыль тыс. руб./га	Себестоимость продукции, тыс. руб./т	Рентабельность, %	Окупаемость 1 кг NPK продукцией, кг
Капуста белокочанная поздняя, гибрид Континент F ₁						
Без удобрений	49.9	224.9	274.2	4.51	121.9	–
N180P100K270	68.3	319.6	363.4	4.68	113.7	33.5
N90P50K135 (фон)	56.3	268.0	295.0	4.76	110.1	23.3
Фон + N75K57 (диагностика листьев)	60.1	290.2	310.8	4.83	107.1	25.1
Фон + N39 (диагностика почвы)	61.7	281.6	335.4	4.56	119.1	37.6
Морковь сорта Лосиноостровская 13						
Без удобрений	44.1	166.2	319.0	3.77	192.0	–
N90P60K180	52.3	218.0	357.3	4.17	163.8	24.8
N45P30K90 (фон)	53.1	199.4	384.7	3.76	192.9	54.5
Фон + N18K8 (диагностика листьев)	54.9	205.5	398.4	3.74	193.9	56.5
Фон + N8K38 (диагностика почвы)	56.9	210.2	415.7	3.69	197.8	60.7
Свекла столовая сорта Карина						
Без удобрений	42.3	163.5	175.0	3.86	107.0	–
N120P60K180	64.6	240.7	276.1	3.73	114.7	61.9
N60P30K90 (фон)	55.9	205.8	241.4	3.68	117.3	75.6
Фон + N52K25 (диагностика листьев)	59.3	220.8	253.6	3.72	114.9	66.1
Фон + N5K8 (диагностика почвы)	58.4	211.0	256.2	3.61	121.4	83.4

(N18K8) и почвы (N8K38), с учетом содержания питательных элементов в черешках листьев и почве. Применение подкормок растений моркови в фазе начала образования корнеплодов не существенно отразилось на биохимических показателях качества корнеплодов, содержание нитратов не превышало ПДК (250 мг/кг).

Свекла столовая относится к культурам, которые выдерживают высокие концентрации солей, свекла очень отзывчива на применение высоких доз удобрений [2, 3]. В варианте без удобрений (контроль) в годы опыта получен урожай корнеплодов от 50 до 54 т/га, что подтвердило высокое естественное плодородие исследованной почвы. При основном внесении расчетной дозы N120P60K180 под свеклу столовую (сорт Карина) урожайность корнеплодов увеличилась на 31%, с

52.0 до 67.9 т/га (табл. 3). Следует отметить, что биохимическое качество корнеплодов оказалось не высоким из-за снижения содержания сухого вещества, сахаров, бетаина и повышения количества нитратов вдвое в сравнении с контролем. Использование результатов почвенной (N5K8) и растительной (N52K25) диагностики питания при расчете доз подкормок позволило получить прибавку урожайности столовой свеклы на уровне 19–21% при высоком качестве продукции и существенном снижении содержания нитратов (до 45%) по сравнению с вариантом N120P60K180.

Расчет экономической эффективности выращивания капусты белокочанной поздней (табл. 4) выявил в целом преимущество основного внесения расчетной дозы минеральных удобрений. Наибольший урожай стандартной продукции

(68.3 т/га) и прибыль (363 тыс. руб./га) получены в варианте N180P100K270 с рентабельностью 113%. Подкормки капусты после диагностики почвы и листьев также экономически были выгодными: увеличилась окупаемость единицы удобрений продукцией, что позволило получить прибыль до 335 тыс. руб./га с рентабельностью до 119%.

Результаты расчета экономической эффективности выращивания моркови выявили значительные преимущества применения подкормок после диагностики почвы и листьев на фоне основного внесения 1/2 дозы NPK. В целом наибольший экономический эффект был получен при использовании 1/2 дозы NPK в основное внесение в сочетании с подкормкой растений по данным диагностики почвы в фазе начала образования корнеплода (прибавка урожая — 12.8 т/га, прибыль — 415 тыс. руб./га, рентабельность — 197%).

Расчет экономической эффективности выращивания свеклы столовой показал, что наибольшую прибыль (276 тыс. руб./га) с рентабельностью 114% обеспечило основное внесение расчетной дозы удобрений, что объясняется высокой прибавкой урожая стандартной продукции — 22.3 т/га. При внесении подкормок на фоне 1/2 дозы NPK прибавки урожая составили 16.1–17.0 т/га, прибыль достигла 253–256 тыс. руб./га, рентабельность — 114–121%.

ВЫВОДЫ

1. Для капусты белокочанной поздней агрономически более эффективными были расчетные дозы удобрений в основное внесение весной (30% прибавки урожая, 363 тыс. руб./га прибыли, 33.5 кг продукции на 1 кг д.в. удобрений). При использовании корневых подкормок растений на фоне 1/2 дозы NPK в фазе розетки листьев (1-я декада июля) по данным диагностики почвы и черешков листьев прибавка урожая составила 17–19%, прибыль — 310–335 тыс. руб./га, окупаемость удобрений продукцией — 25.1–37.6 кг/кг д.в. удобрений, а также выявлено снижение содержания нитратов в кочанах на 9–11%.

2. Для моркови внесение корневых подкормок в фазе начала образования корнеплода (1-я декада июля) при диагностике почвы и черешков листьев на фоне 1/2 дозы NPK обеспечивало прибавку урожая 23–24%, прибыль — 398–415 тыс. руб./га, окупаемость удобрений продукцией — 56.5–60.7 кг продукции/кг д.в. удобрений и имело преимущество над основным внесением расчетной дозы минеральных удобрений весной.

3. Для свеклы столовой более эффективным было основное внесение расчетной дозы удобрений (прибавка урожая — 31%, прибыль — 276 тыс. руб./га, окупаемость удобрений — 61.9 кг продукции/кг д.в.). Использование корневых подкормок после диагностики почвы и черешков листьев в фазе начала образования корнеплодов (1-я декада июля) повышало урожайность на 19–21%, прибыль — до 253–256 тыс. руб./га, окупаемость удобрений продукцией — до 66.1–83.4 кг/кг д.в., а также отмечено уменьшение содержания нитратов в продукции на 29–45%.

4. Для оптимизации питательного режима овощных культур и снижения уровня накопления нитратов в продукции, на аллювиальных луговых среднесуглинистых почвах, наряду с рекомендованными балансовыми методами расчета доз минеральных удобрений следует использовать данные почвенной и растительной диагностики в процессе вегетации растений для коррекции процесса минерального питания растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисов В.А.* Система удобрения овощных культур. М.: Росинформагротех, 2016. 392 с.
2. *Борисов В.А., Ваняев С.С., Егоров С.С., Ермаков Н.Ф.* Пойменное овощеводство. М.: Росагропромиздат, 1991. 223 с.
3. *Журбицкий З.И.* Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 293 с.
4. *Литвинов С.С.* Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: РАСХН, 2011. 648 с.
5. *Магницкий К.П.* Контроль питания полевых и овощных культур. М.: Московский рабочий, 1964. 300 с.
6. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве // Под ред. В.Ф. Белика. М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.
7. *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, 475 с.
8. *Церлинг В.В.* Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур. М.: Наука, 1978. 216 с.
9. *Церлинг В.В., Панков Ю.И., Ермохин Г.Г., Вендило Г.Г., Борисов В.А.* Методические указания по растительной диагностике минерального питания овощных культур в открытом грунте. М.: МСХ СССР, 1983. 58 с.

Effectiveness of Vegetable Fertilization Based on Soil and Plant Diagnostics

V. A. Borisov^a, I. Yu. Vasyuchkov^a, A. A. Kolomiets^a,
O. N. Uspenskaya^{a, #}, and S. V. Belova^a

^aAll-Russian Vegetable Research Institute – a branch of Federal Research Center for Vegetable Growing
d. Vereya, bld. 500, Moscow Region, Ramen district 140153, Russia

[#]E-mail: usp-olga@yandex.ru

As a result of laboratory and field studies in 2015–2020, the reaction of cabbage of white cabbage late, carrots and beets of the dining room to the introduction of fertilizing with mineral fertilizers based on the results of soil and plant diagnostics of nutrition was revealed. It is established that according to the analysis of soil and petioles of leaves, and the content of nutrients in the middle of the growing season, it is possible to significantly adjust the dose of root fertilizing of plants to improve the quality of products, which is very important in the context of the transition to environmentally friendly technologies for cultivating vegetable crops. The studies were carried out according to generally accepted methods on alluvial meadow medium loamy soils of the floodwater of the Moscow River (Ramensky district of Moscow region), which are typical for vegetable farms of the Moscow region. It was found that for late-ripening white cabbage hybrid Continent F_1 and table beet variety Karina more cost-effective is the main spring application of the calculated dose: yield increase of 30 and 31%, profit – 363 and 276 thousand rubles/ha, profitability of 113 and 114%, respectively. For carrots, it is possible to use 1/2 doze NPK in the main application and subsequent fertilizing of fertilizer in the phase of the beginning of the formation of root crops (1st decade of July) for soil analysis, which provides a 23% increase in yield, 415 thousand rubles/ha of profit, profitability of 197%. Root top dressing of plants on the background of the main application of 1/2 doze NPK with nitrogen-potassium fertilizers in the phase of the beginning of the formation of root crops/the formation of a head (1st decade of July) does not worsen the biochemical quality of vegetable products and provides a decrease in the content of nitrates. The best economic results are given by fertilizing in the vegetation on the basis of soil diagnostics.

Key words: white cabbage, carrots, beetroot canteen, yield, fertilization, leaf and soil diagnostics, quality, economic efficiency.