

УДК 631.81:635.25

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО В ОДНОЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЕ

© 2024 г. О. Н. Успенская^{1,*}, В. А. Борисов¹, И. Ю. Васючков¹, А. А. Коломиец¹, Л. В. Кривенков², Т. Е. Шевченко², А. В. Молчанова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального научного центра овощеводства, 140155 Московская обл., Раменский р-н, д. Верея, 500, Россия

²Федеральный научный центр овощеводства” 143072 п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14, Московская обл., Одинцовский г.о., Россия

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

Провели сравнительное исследование влияния минеральных и органических удобрений на урожайность и качество 5-ти среднеспелых отечественных сортов лука репчатого в однолетней культуре на аллювиальной луговой почве Московской области. Лабораторно-полевые опыты выполнены отделом земледелия и агрохимии ВНИИО-филиала ФНЦО в 2020–2022 гг. на достаточно окультуренных среднесуглинистых аллювиальных луговых почвах центральной части Московско-репчской поймы. В опыте с 5-ю сортами и 3-я вариантами минеральной системы удобрения товарная урожайность лука репчатого составила 53.0 т/га, тогда как при применении органической системы удобрения – 58.4 т/га. Соответственно прибавка урожайности по отношению к контролю без удобрений в первом случае была равна 106, во втором – 117%, товарность – 93 и 95%. Установлено, что при определении потребности растений в питательных элементах в процессе вегетации предпочтительнее использовать методы листовой диагностики. В среднем для 5-и сортов лука репчатого прибавка урожайности, по результатам растительной диагностики, оказалась на 13% больше, чем в вариантах с дозами NPK, рассчитанными по данным почвенной диагностики. Биохимические показатели качества для всех сортов лука репчатого и всех вариантов удобрения статистически достоверно не отличались от контроля. Качество продукции лука репчатого практически не зависело от примененных систем удобрения. Органическая система удобрения обеспечила наилучшее снабжение питательными элементами лука репчатого в фазе начала образования луковиц, что имело решающее значение для получения наибольшего его урожая в однолетней культуре. В среднем для 3-х вариантов органической системы в почве сохранилось минерального азота 2.34 мг/100 г в фазе начала образования луковиц, тогда как при применении минеральной системы – 1.65 мг/100 г, или на 42% меньше.

Ключевые слова: лук репчатый, однолетняя культура, системы удобрения, минеральные удобрения, органические удобрения, урожайность, качество продукции.

DOI: 10.31857/S0002188124020042

ВВЕДЕНИЕ

В России по размеру занимаемых площадей лук репчатый находится на третьем месте после томатов и капусты. В то же время его производство в нашей стране полностью не покрывает потребности населения. Например, в 2021 г. при валовом сборе 1608.6 тыс. т Россия импортировала 209.2 тыс. т лука [1].

В Нечерноземной зоне России в XX веке промышленное производство лука относилось к рискованному земледелию, т.к. из-за выпадения обильных холодных ночных рос в конце

июля–начале августа создавались благоприятные условия для распространения грибных болезней, губящих урожай [2]. В настоящее время появились новые сорта и гибриды, устойчивые к грибным заболеваниям, новые средства защиты растений, удобрения и стимуляторы роста и развития растений, которые делают возможным получение гарантированных урожаев лука репчатого.

Лук репчатый отличается повышенной требовательностью к плодородию почвы. Он имеет слабую корневую систему и требует бесперебойного снабжения питательными элементами в течение всей

вегетации, что возможно осуществлять с помощью почвенной и растительной диагностики питания. До настоящего времени применение минеральных удобрений рассматривалось как основной способ обеспечения плодородия почв. Однако в ряде работ доказано, что чрезмерное их использование может приводить к деградации почв, загрязнению окружающей среды, снижению качества сельскохозяйственной продукции [3]. Поэтому закономерно возникла необходимость внедрения в сельском хозяйстве органических удобрений, перехода к системе органического земледелия. Эта система производства включена в ведущие тренды прогноза научно-технологического развития АПК РФ на период до 2030 г., подготовленного НИУ ВШЭ и утвержденного Минсельхозом РФ [4].

В литературе нет единого мнения об эффективности разных систем удобрения при возделывании лука репчатого: минеральных, органических или органо-минеральных. Большая часть литературных источников посвящена использованию минеральных удобрений, их сочетаний друг с другом или с различными регуляторами и стимуляторами роста растений [5–7]. Очень немногие статьи касаются использования органических или органо-минеральных систем [8, 9]. Практически нет работ, сравнивающих эффективность минеральных и органических удобрений в единой схеме, в сочетании одних и тех же параметров – варианты эксперимента, сорта растений, почвы. Цель работы – сравнительное исследование влияния минеральных и органических удобрений на урожайность и качество 5-ти среднеспелых отечественных сортов лука репчатого в однолетней культуре на аллювиальной луговой почве Московской обл.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Лабораторно-полевые эксперименты выполнены отделом земледелия и агрохимии ВНИИО–филиала ФГБНУ ФНЦО в 2020–2022 гг. на достаточно окультуренных среднесуглинистых аллювиальных луговых почвах центральной части Москворецкой поймы. Реакция среды почвы составляла 5.9–6.2 рН, содержание гумуса – 3.2–3.5%, азота общего – 0.23–0.27%, нитратного азота – 14–41 мг/кг, подвижного фосфора (по Чирикову) – 240–260, калия обменного (по Чирикову) – 100–150 мг/кг.

Оценили следующие сорта лука репчатого: Форвард (селекция ВНИИО–агрофирма “Поиск”) и сорта селекции ВНИИССОК – Глобус, Черный принц, Атас, Золотые Купола. Все сорта среднеспелые, рекомендованы для выращивания в однолетней культуре, включены в Госреестр в Центральном регионе.

Опыты заложены в трехкратной повторности, размещение вариантов систематическое. Общая площадь делянок $8 \times 3 = 24 \text{ м}^2$, учетных $5 \times 1.4 = 7.0 \text{ м}^2$. Схема опытов: 1 – контроль без удобрений, 2 N60P60K60 – рекомендованная доза НРК, 3 – НРК по данным почвенной диагностики, 4 НРК – по данным листовой диагностики, 5 – биокомпост КРС, 6 – биокомпост “конский”, 7 – биокомпост “птичий”, 8 – препарат Арголан.

Применяли основное минеральное удобрение – нитроаммофоску (азот – 16, фосфор – 16, калий – 16% д.в.), рекомендованная доза N60P60K60 рассчитана на получение товарной продукции лука-виц в размере 50–60 т/га. Недостающие количества удобрений, по результатам почвенной и растительной диагностик, вносили с $N_{\text{аа}}$ (34% д.в.), $K_{\text{х}}$ (60% д.в.), $P_{\text{сд}}$ (43% д.в.). В качестве органических удобрений использовали биокомпосты марки БИУД (производство компании ООО “Тонэкс”) на основе навоза крупного рогатого скота (КРС), конского навоза (“конский”), куриного помета (“птичий”). В составе компостов на основе КРС и конского навоза содержалось 2% азота общего, по 1% фосфора и калия общих, в составе компоста на основе куриного помета – 3% азота, по 2% фосфора и калия общих. Биокомпосты вносили в дозах, эквивалентных дозам минеральных удобрений по содержанию азота. Препарат Арголан – высокоактивный стимулятор роста растений широкого спектра действия [10] – вносили в количестве 2 л/га опрыскиванием в фазах 2–4 и 4–6-ти листьев.

Густота посева семян составила 800 тыс. шт./га. Применяли общепринятую для центральных районов Нечерноземной зоны агротехнику возделывания с применением капельного полива [11, 12]. Пробы почвы для определения ее обеспеченности минеральными питательными элементами отбирали в следующие сроки: 3-я декада апреля (до внесения удобрений) – фаза I, 2-я декада мая (массовые всходы) – фаза II, 1-я декада июля (начало формирования луковицы) – фаза III, 3-я декада августа (массовое полегание листьев) – фаза IV.

Агрохимические анализы проводили в лаборатории агрохимии ВНИИО–филиала ФНЦО. Определяли следующие агрохимические показатели: рН_{KCl} потенциометрическим методом, содержание нитратного азота ион-селективным методом, доступных для растений фосфора и калия (по Чирикову) – в соответствии с [13]. Листовую растительную диагностику питания проводили по Церлинг [14] следующими методами: азот нитратов – ион-селективным методом в вытяжке 1% квасцов, фосфор и калий – в вытяжке 2%-ной уксусной кислоты (фосфор – колориметрическим методом с фосфорно-молибденовой синью,

калий – методом пламенной фотометрии). Биохимические анализы луковиц лука репчатого были проведены в Лабораторно-аналитическом отделе ФНЦО. Содержание сухого вещества устанавливали методом высушивания навески до постоянного веса при температуре 70°C в течение 72 ч, содержание аскорбиновой кислоты – по методике Сапожниковой–Дорофеевой, измерение содержания ионов нитратов – портативным нитрат-тестером фирмы СОЭКС, содержание моно- и суммы сахаров – цианидным методом Сабуровой–Копериной [15–17].

Математическую обработку результатов опытов осуществляли методом дисперсионного анализа [18] с помощью программы “MS Excel”.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщены данные урожайности, прибавок урожайности и товарности 5-ти среднеспелых сортов лука репчатого в однолетней культуре, выращенных с помощью только минеральной и только органической систем удобрения (табл. 1).

Минеральная система основана на рекомендуемых для репчатого лука дозах удобрения N60P60K60, рассчитанных, исходя из потребностей данной культуры в питательных элементах, для производства урожая в размере 50–60 т/га. При этом в 2-х вариантах дозы NPK определяли по результатам почвенной и растительной диагностики. Органическая система включала в себя

Таблица 1. Товарная урожайность лука репчатого среднеспелых сортов в однолетней культуре в зависимости от системы удобрения

Сорт	Без удобрений	N60P60K60	NPK по результатам почвенной диагностики	NPK по результатам листовой диагностики	Биокомпост КРС	Биокомпост “конский”	Биокомпост “птичий”	Припарат Арголан	НСР ₀₅
	Урожайность товарная, т/га								
Форвард	50.0	53.5	53.6	56.4	57.6	58.6	60.4	58.2	2.9
Глобус	50.8	52.1	47.0	64.3	64.3	56.7	56.3	51.6	2.9
Черный принц	58.3	53.3	54.9	60.4	62.9	59.6	53.4	58.5	3.2
Атас	44.7	51.5	40.1	47.0	62.7	51.9	49.2	47.8	2.7
Золотые купола	48.2	50.7	55.3	55.4	57.8	65.6	59.4	63.3	3.3
Среднее	50.4	52.2	50.2	56.7	61.1	58.5	55.7	55.9	–
Прибавка урожайности, % к контролю									
Форвард	100	107	107	113	115	117	121	116	–
Глобус	100	103	93	127	127	112	111	102	–
Черный принц	100	91	94	104	108	102	92	100	–
Атас	100	115	90	105	140	116	110	107	–
Золотые купола	100	105	115	115	120	136	123	131	–
Среднее	100	104	100	113	122	117	111	111	–
Товарность, %									
Форвард	93.9	94.4	95.0	95.8	96.1	96.4	97.0	96.2	–
Глобус	94.6	94.9	92.4	96.1	95.1	93.3	95.9	93.5	–
Черный принц	95.3	96.0	95.1	93.7	97.3	96.0	93.0	97.1	–
Атас	90.1	93.0	85.0	89.7	92.7	89.0	92.0	87.6	–
Золотые купола	92.4	90.6	92.9	93.9	96.3	95.5	92.1	96.0	–
Среднее	93.3	93.8	92.1	93.8	95.5	94.0	94.0	94.1	–

Таблица 2. Качественные показатели луковиц среднеспелых сортов лука репчатого в однолетней культуре в зависимости от системы удобрения (среднее для 5-ти сортов)

Система удобрения	Сухое вещество		Аскорбиновая кислота		Сумма сахаров		Нитраты	
	%	Cv, %	мг %	Cv, %	%	Cv, %	мг/кг	Cv, %
Без удобрений	14.4 ± 0.5	15.3	9.77 ± 0.44	14.4	9.88 ± 0.57	18.2	120 ± 8	46.8
N60P60K60	14.3 ± 0.6	17.0	9.94 ± 0.47	15.1	10.4 ± 0.6	17.4	114 ± 6	39.2
НПК по результатам почвенной диагностики	14.2 ± 0.43	13.5	9.15 ± 0.54	18.8	10.3 ± 0.74	22.8	113 ± 5	31.7
НПК по результатам листовой диагностики	14.3 ± 0.5	15.8	9.94 ± 0.54	17.2	9.72 ± 0.51	16.5	123 ± 5	32.4
Биокомпост КРС	13.9 ± 0.6	17.5	9.42 ± 0.67	22.5	10.3 ± 0.7	20.9	123 ± 7	38.8
Биокомпост “конский”	14.7 ± 0.52	15.8	8.89 ± 0.40	14.3	10.1 ± 0.6	17.0	123 ± 6	35.8
Биокомпост “птичий”	14.0 ± 0.5	15.1	9.33 ± 0.57	19.5	10.3 ± 0.7	22.7	125 ± 6	35.9
Препарат Арголан	14.1 ± 0.6	17.8	9.42 ± 0.39	13.3	10.1 ± 0.6	19.4	135 ± 7	40.3

Примечание. Cv – коэффициент вариации.

использование 3-х разных видов биокомпостов в дозах, равнозначных минеральным удобрениям по содержанию азота.

Несмотря на сортовую специфику и разнообразие ответов на предлагаемые дозы удобрений растениями лука репчатого разных сортов, выявлены четкие закономерности зависимости урожайности от примененных систем удобрения. В среднем для 5-ти сортов и 3-х вариантов минеральной системы урожайность лука репчатого составила 53.0 т/га, тогда как для тех же сортов и 3-х вариантов органической системы – 58.4 т/га. Соответственно прибавка урожайности (по отношению к контролю без удобрений) в первом случае составила 106, во втором – 117%, товарность – 93 и 95%. Наиболее отзывчивыми на внесение как минеральных, так и органических удобрений были сорта Глобус, Атас и Золотые Купола.

Показано, что при определении потребности растений в питательных элементах в процессе вегетации предпочтительнее использовать методы листовой диагностики. Этот метод позволяет определить количество питательных веществ, которое растение усвоило, а не предположительное количество этих веществ, которое растение должно усвоить из почвы и внесенных расчетных доз удобрений. Установлено, что в среднем для 5-ти сортов лука репчатого при определении дозы минеральных удобрений с помощью почвенной диагностики урожайность оказалась на уровне контроля без удобрений. Хотя некоторые сорта превысили по урожайности контрольный вариант: сорт Форвард – на 7, сорт Золотые купола – на 13%. Доза минеральных удобрений, рассчитанная по результатам листовой диагностики, дала значительно больший положительный эффект. В среднем для

5-ти сортов лука репчатого прибавка урожайности оказалась на 13% больше, чем в вариантах с дозами НПК, рассчитанными по результатам почвенной диагностики.

В варианте с применением стимулятора роста растений широкого спектра действия Арголан в среднем для 5-ти сортов лука репчатого получена урожайность 55.9 т/га, сравнимая по величине с урожайностью тех же сортов в вариантах с биокомпостом “птичий” и НПК по результатам листовой диагностики. По сравнению с контролем без удобрений прибавка урожайности от применения этого стимулятора составила 11% (табл. 1).

Обобщены данные по качественному составу 5-ти отечественных сортов лука репчатого, выращенного с применением минеральной и органической систем удобрения. Степень изменчивости показателей биохимического состава по отношению к среднему показателю выборок для сухого вещества, аскорбиновой кислоты, суммы сахаров была средней, для нитратов – значительной. Показатели для всех сортов и вариантов удобрения статистически достоверно не отличались от контроля (табл. 2).

Таким образом, качественный состав продукции лука репчатого практически не зависел от примененных систем удобрения. Можно отметить, что была выявлена тенденция к увеличению суммы сахаров (на 3%) и нитратов (на 10%) в луковицах, выращенных с применением удобрений, по сравнению с вариантами без удобрений. То же самое можно сказать о качестве луковиц всех сортов, выращенных с применением стимулятора роста Арголан.

В табл. 3 показана обеспеченность почвы основными питательными минеральными элементами

Таблица 3. Обеспеченность почвы основными элементами минерального питания в течение вегетационного периода (среднее для 4-х сроков вегетации и фаз развития лука репчатого)

Показатель	Фаза развития растения	Система удобрения							
		Без удобрений	N60P60K60	НРК по результатам почвенной диагностики	НРК по результатам листовой диагностики	Биокомпост КРС	Биокомпост “конский”	Биокомпост “птичий”	Препарат Арголан
N-NO ₃ , мг/100 г	I	0.13	0.17	0.20	0.14	0.16	0.18	0.18	0.19
	II	1.08	4.01	1.18	1.17	1.71	1.81	2.11	1.07
	III	0.30	4.17	0.38	0.39	2.12	2.28	2.62	0.29
	IV	0.15	2.12	1.36	1.59	2.02	2.20	2.59	0.25
	Среднее	0.41	2.61	0.78	0.82	1.50	1.62	1.88	0.45
P ₂ O ₅ , г/100 г	I	23.2	22.7	23.3	23.1	23.1	23.5	22.8	22.8
	II	24.0	24.9	23.6	23.8	23.8	23.6	23.8	23.7
	III	24.2	25.7	24.2	24.3	24.4	24.5	24.4	24.1
	IV	23.4	25.6	23.6	23.4	23.4	23.7	23.6	23.3
	Среднее	23.7	24.7	23.7	23.6	23.7	23.8	23.6	23.5
K ₂ O, мг/100 г	I	12.0	11.9	12.1	11.8	12.0	12.0	11.9	12.1
	II	13.3	15.6	13.3	13.8	13.7	13.9	13.9	13.5
	III	13.6	14.4	14.6	14.2	14.4	14.3	14.4	13.8
	IV	9.0	11.2	9.6	9.7	9.0	8.9	8.8	8.7
	Среднее	12.0	13.3	12.4	12.4	12.2	12.2	12.2	12.0

в среднем за весь вегетационный период и отдельно в фазах развития растений.

В среднем для 3-х вариантов опыта с минеральными удобрениями в почве за вегетацию содержалось нитратного азота – 1.4, фосфора – 24.0, калия – 12.7 мг/100 г. В 3-х вариантах с органическими удобрениями в среднем почва была обеспечена нитратным азотом на 21% больше (1.7 мг/100 г), калием – на 4% меньше (12.2 мг/100 г), чем почвы вариантов применения минеральной системы удобрения. Разницы в содержании фосфора практически не было, т.к. аллювиальная луговая почва имеет высокую естественную обеспеченность фосфатами, в том числе труднорастворимыми. При рассмотрении обеспеченности почвы питательными компонентами в фазах вегетации показано, что при использовании минеральной системы удобрения (в среднем для 3-х вариантов) максимальное содержание минерального азота в почве отмечено в фазе массового появления всходов (2.12 мг/100 г), в фазе начала образования луковиц его было значительно меньше (1.65 мг/100 г). При использовании органической системы удобрения содержание азота в почве (в среднем для 3-х вариантов) максимальное содержание минерального азота отмечено в фазе начала образования луковиц (2.34 мг/100 г),

в период массового появления всходов оно было существенно меньше (1.88 мг/100 г). Это обстоятельство в значительной степени объясняло преимущество органической системы удобрения над минеральной в опыте, т.к. для лука с его слабой корневой системой и низкой скоростью роста потребность в питательных веществах незначительна в первые 2 месяца после посева семян, а начиная с момента образования луковиц и до конца вызревания, растения выносят из почвы $\frac{3}{4}$ общей своей потребности в азоте [19, 20]. Доступных фосфора и калия в этой фазе было приблизительно одинаковое и достаточное количество, как при применении минеральной, так и органической систем удобрения. Безусловно, преимущество органической системы было обусловлено также тем, что биокомпосты обогащают почву органическим веществом, микроэлементами, полезной микрофлорой, биологически активными веществами, улучшают водно-физические свойства почвы.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в среднем для 5-ти сортов и 3-х вариантов минеральной системы удобрения товарная урожайность лука репчатого составила

53.0 т/га, тогда как для 3-х вариантов органической системы – 58.4 т/га. Соответственно прибавка урожайности по отношению к контролю без удобрений в первом случае была равна 106, во втором – 117%, товарность – 93 и 95%. Наиболее отзывчивыми на внесение как минеральных, так и органических удобрений были сорта Глобус, Атас и Золотые Купола.

2. При определении потребности растений в питательных элементах в процессе вегетации предпочтительнее использовать методы листовой диагностики. В среднем для 5-ти сортов лука репчатого прибавка урожайности по результатам листовой диагностики оказалась на 13% больше, чем в вариантах с дозами НРК, рассчитанными по данным почвенной диагностики.

3. Биохимические показатели качества для всех сортов лука репчатого и всех вариантов удобрения статистически достоверно не отличались от контроля. Качественный состав продукции лука репчатого практически не зависел от примененных систем удобрения. Разница в содержании сухого вещества, аскорбиновой кислоты, суммы сахаров, нитратов в луковицах всех сортов была не существенной как при выращивании с применением минеральной, так и органической систем удобрения.

4. Органическая система удобрения обеспечила наилучшее снабжение питательными элементами лука репчатого в фазе начала образования луковиц, что имело решающее значение для получения наибольшего его урожая в однолетней культуре. В среднем в почве 3-х вариантов органической системы содержалось минерального азота 2.34 мг/100 г в фазе начала образования луковиц, тогда как в среднем в 3-х вариантах минеральной системы – 1.65 мг/100 г, т.е. на 42% меньше. Обеспеченность доступными фосфором и калием в фазе начала образования луковиц была приблизительно одинаковой и достаточной как при применении минеральной, так и органической систем удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мировое продовольствие и сельское хозяйство. Статистический ежегодник. ФАО 2021. [Электр. ресурс]. URL: <http://doi.org/10.4060/cb4477en>
2. Ахатов А.К., Ганнибал Ф.Б., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С., Чижов В.Н., Игнатов А.Н., Полищук В.П., Шевченко Т.П., Борисов Б.А., Стройков Ю.М., Белошапкина О.О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М.: Товарищ-во научн. изданий КМК, 2013. 463 с.
3. Конашенков А.А. Научное обоснование систем удобрения для прецизионного применения в условиях Северо-Запада России: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб., 2014. 40 с.
4. Всероссийская программа развития биологических методов в земледелии и экологизации сельского хозяйства [Электр. ресурс]. 2018. URL: https://soz.bio/project/vserossiyskaya-programma_2018/02.02.2020
5. Кизяев Б.М., Бородычев В.В. Эффективность минерального питания овощных культур при капельном орошении // Плодородие. 2016. № 5(92). С. 18–21.
6. Филин В.И., Казаченко О.П. Эффективность разных систем применения удобрений при капельном орошении лука репчатого // Изв. Нижневолжск. агроун-т. комплекса: Наука и высш. проф. образ-е. 2012. № 1(25). С. 42–47.
7. Ирков И.И., Ибрагимбеков М.Г., Заплаткин А.Н., Багров Р.А. Оптимизация элементов технологии производства лука-репки в однолетней культуре в условиях Нечерноземья // Картофель и овощи. 2021. № 3. С. 25–28.
8. Борисов В.А., Коломиец А.А., Васючков И.Ю., Бебрис А.Р. Продуктивность и качество репчатого лука при использовании минеральных удобрений, биокомпостов и регуляторов роста // Овощи России. 2021. № 5. С. 39–43.
9. Suresh C.B., Ashok S.S., Vyakarnahal B.S., Malabasarri T.A., Hosarnani R.M., Patil A.B. Studies on organic seed production in onion (*Allium cepa* L.) // Kamataka J. Agricult. Sci. 2008. № 21(1). P. 120–121.
10. <https://lignohumate.ru/catalog-gumatov/stimulyatory-deleniya-kletok/lignogumat-argolan-akva.html>, 18.11.2020
11. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. Белика В.Ф. М.: Агропроиздат, 1992. 319 с.
12. Литвинов С.С. Методика полевого дела в овощеводстве. М.: РАСХН, 2011. 648 с.
13. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
14. Церлинг В.В., Панков Ю.И., Ермохин Г.Г., Вендило Г.Г., Борисов В.А. Методические указания по растительной диагностике минерального питания овощных культур открытого грунта. М.: МСХ СССР, 1983. 58 с.
15. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.А., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
16. Определение сахаров в овощах, ягодах и плодах. Цианидный метод определения сахаров в растениях. Практикум по агрохимии / Под ред. Кидина В.В. М., 2008. С. 236–240.
17. Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим

- методом // Консерв. и овощевод. пром-ть. 1966. № 5. С. 29–31.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 361 с.
19. De Melo P. Theroot systems of onion and *Allium fistulosum* in the context of organic farming: a breeding approach: PhD Thesis // Wageningen Agricult. Univers. 2003.
20. Лебедева Л.А., Едемская Н.Л. Научные принципы системы удобрения с основами экологической агрохимии. Уч. пособ. / Под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2004. 320 с.

Comparative Effectiveness of the Use of Mineral and Organic Fertilizers in the Cultivation of Onions in an Annual Crop

O. N. Uspenskaya^{a, #}, V. A. Borisov^a, I. Y. Vasyuchkov^a, A. A. Kolomiets^a, L. V. Krivenkov^b, T. E. Shevchenko^b, A. V. Molchanov^b

^aAll-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing—branch of the Federal Scientific Center of Vegetable Growing, d. Vereya 500, Moscow region, Ramenskiy district 140155, Russia

^bFederal Scientific Center of Vegetable Growing, Selektionnaya ul. 14, Moscow region, Odintsovo, p. VNISSOK 143072, Russia

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

We conducted a comparative study of the effect of mineral and organic fertilizers on the yield and quality of 5 medium-ripened domestic onion varieties in an annual crop on the alluvial meadow soil of the Moscow region. Laboratory and field experiments were carried out by the Department of Agriculture and Agrochemistry of the VNIIO branch of the FNCO in 2020–2022 on sufficiently cultivated medium-loamy alluvial meadow soils of the central part of the Moskvoretsky floodplain. In the experiment with the 5th varieties and the 3rd variants of the mineral fertilizer system, the commercial yield of onions was 53.0 t/ha, whereas with the use of an organic fertilizer system – 58.4 t/ha. Accordingly, the increase in yield relative to the control without fertilizers in the first case was equal to 106, in the second – 117%, marketability – 93 and 95%. It has been established that when determining the need of plants for nutrients during the growing season, it is preferable to use methods of leaf diagnostics. On average, for 5 varieties of onion, the yield increase, according to the results of plant diagnostics, turned out to be 13% more than in variants with NPK doses calculated according to soil diagnostics. Biochemical quality indicators for all onion varieties and all fertilizer variants did not differ statistically significantly from the control. The quality of onion products practically did not depend on the applied fertilizer systems. The organic fertilizer system provided the best supply of nutrients to onions in the phase of the beginning of bulb formation, which was crucial for obtaining the greatest yield in an annual crop. On average, for 3 variants of the organic system, the soil contained 2.34 mg/100 g of mineral nitrogen in the phase of the beginning of bulb formation, whereas with the use of the mineral system – 1.65 mg/100 g, or 42% less.

Keywords: onion, annual crop, fertilizer systems, mineral fertilizers, organic fertilizers, yield, product quality.