

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ОГУРЦА ПРИ МАЛООБЪЁМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ШЕСТОЙ СВЕТОВОЙ ЗОНЫ

М.В. Селиванова, к.с.-х.н., Т.С. Айсанов, к.с.-х.н., Е.С. Романенко, к.с.-х.н., Н.А. Есаулко, к.с.-х.н., К.Н. Новак, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: seliwanowa86@mail.ru

Представлены данные исследований по оптимизации схем питательных растворов при малообъемной технологии выращивания партенокарпических короткоплодных гибридов огурца в условиях шестой световой зоны. Установлено, что при повышении содержания кальция, магния, калия и оптимизации их соотношения (К:Са – 1,1-1,8, Са:Мг – 3,0-4,0) в схемах питания продуктивность огурца увеличивалась. Выявлено, что при применении рекомендованных схем питания степень отмирания завязей на растениях огурца снижалась относительно контроля на 1,4-2,7 %, урожайность увеличивалась на 1,1-2,4 кг/м², качество плодов улучшалось – нарастало содержание сухого вещества, сахаров, витамина С, а содержание нитратов было меньше.

Ключевые слова: схема питания, огурец, гибрид, малообъемная технология выращивания, макроэлементы, урожайность, качество продукции.

Для цитирования: Селиванова М.В., Айсанов Т.С., Романенко Е.С., Есаулко Н.А., Новак К.Н. Оптимизация минерального питания огурца при малообъемной технологии выращивания в условиях шестой световой зоны// Плодородие. – 2023. – №4. – С. 99-102. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.24.

Огурец – популярная овощная культура защищенного грунта, по объемам производства занимает лидирующее положение среди других культур в отрасли [8]. Обеспечение продовольственной безопасности и насыщение отечественного рынка продукцией собственного производства являются основными задачами, стоящими перед сельскохозяйственными товаропроизводителями [1]. Самообеспеченность огурцами по итогам 2022 г. в России достигала 95 %, основная доля производства – это среднеплодные гладкоплодные гибриды огурца, которыми рынок пересыщен. Объемы производства короткоплодных гибридов меньше, при этом их отпускная цена и востребованность на рынке больше, в связи с чем увеличение урожайности данных гибридов огурца актуально для тепличных хозяйств.

К числу основных ресурсов увеличения объемов производства тепличных овощей относится интенсификация отрасли на основе внедрения и освоения современных, ресурсосберегающих технологий, оптимального применения минеральных удобрений, средств защиты растений, подбора урожайных сортов и гибридов овощных культур и др. [4, 6].

В настоящее время большинство тепличных комбинатов при стремлении к высоким урожаям выращивают тепличные культуры малообъемным методом, предусматривающим создание оптимальных условий по водно-воздушному и питательному режимам. При использовании субстратов в малообъемных технологиях минеральное питание растений обеспечивается за счет питательных растворов [2].

В интенсивных технологиях выращивания тепличных культур необходимо знать в каком количестве требуются питательные элементы для обеспечения потребности растений в них в течение всей вегетации. Состав питательного раствора играет решающую роль при малообъемных технологиях выращивания с использованием инертных субстратов [7]. Сбалансированный состав питательного раствора в течение вегетации тепличной культуры – один из эффективных способов достижения высокой продуктивности [3].

Цель исследований – изучить влияние питательных растворов на рост и продуктивность растений огурца при малообъемной технологии выращивания в условиях шестой световой зоны.

Методика. Исследования проводили в зимней теплице АО «Солнечный», расположенной в шестой световой зоне. Конструкция теплицы относится к четвертому поколению типа «Venlo» с остекленным покрытием, микроклимат регулируют с помощью технологического оборудования.

Опыт двухфакторный: фактор А – гибриды огурца, фактор В – схема питания. Для исследования были выбраны партенокарпические короткоплодные гибриды огурца Бьёрн F1, Северин F1 и Артист F1.

В опытах исследовали эффективность схем питания для огурца при разных периодах выращивания. Контролем была стандартная схема питания (по Кравцовой Г.М.) (табл. 1).

1. Схема питания для огурца, мг/л

Схема питания (фактор В)	Период выращивания	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P ⁵⁺	SO ₄ ²⁻
Контроль (стандартная схема)	Запкитывание субстрата	12	224	215	188	52	39	44
	До начала плодоношения	17,5	224	274	180	33	39	44
	Массовое плодоношение	17,5	238	352	180	33	39	44
Схема питания 1	Запкитывание субстрата	17,5	224	215	200	50	39	44
	До начала плодоношения	17,5	224	274	180	60	39	44
	Массовое плодоношение	17,5	238	352	200	60	39	44
Схема питания 2	Запкитывание субстрата	17,5	224	240	200	50	39	44
	До начала плодоношения	17,5	224	310	180	60	39	44
	Массовое плодоношение	17,5	238	340	200	60	39	44

Для оптимизации питания огурца проводили корректировку контрольной схемы по кальцию, магнию и калию, содержание остальных элементов было такое же как на контроле. Корректировку рекомендованных схем питания осуществляли исходя из анализа научных данных [2], выноса элементов растениями огурца и опыта тепличного комбината. Содержание макроэлементов в растворах в течении вегетации культуры во всех вариантах опыта было одинаковым (по Кравцовой), мг/л: $\text{Fe}^{2+} - 0,84$, $\text{Mn}^{2+} - 0,55$, $\text{Zn}^{2+} - 0,33$, $\text{B}^+ - 0,27$, $\text{Cu}^{2+} - 0,05$. Уровень ЕС питательного раствора для всех вариантов опыта был одинаковым, в зависимости от периода выращивания культуры изменялся в пределах 1,8-2,5 мСм/см, уровень кислотности был 5,8-6,2. Для приготовления питательных растворов, согласно изучаемым схемам питания, применяли водорастворимые минеральные удобрения: кальциевая, калийная, магниевая селитры, сульфаты калия и магния, микроудобрения.

Огурец выращивали в зимне-весенние обороты 2020-2022 г.: посев провели в декабре, ликвидационную уборку – в июне. В качестве субстрата использовали минеральную вату. Рассадку огурца выращивали с применением дополнительного досвечивания, в период после посадки растений на постоянное место досвечивание не проводили. Поливы растений питательным раствором были ежедневными, количество и объем их зависели от периода выращивания, времени суток.

Вегетационные учёты, лабораторные анализы проводили по общепринятым методикам исследований.

Результаты и их обсуждение. В росте и развитии растений огурца одну из главных ролей играет содержание макро-, мезо- и микроэлементов в схемах питания. При выращивании огурца на минеральной вате, представляющей собой инертный субстрат, к схемам питания предъявляются повышенные требования [5]. Быстро растущие растения огурца при малообъемной технологии необходимо постоянно снабжать питательными элементами в оптимальных количестве и соотношении.

В опыте, согласно корректировки схем питания, менялось соотношение элементов в растворах по периодам выращивания огурца: К : Са на контроле было 1,1-2,0, схеме питания 1 – 1,1-1,8, схеме питания 2 – 1,2-1,7; Са:Мg на контроле – 3,6-5,5, в рекомендованных схемах питания – 3,0-4,0 (см. табл. 1).

Состав питательного раствора оказывает решающее влияние на накопление элементов питания в органах растения. Исследованиями установлено, что в зависимости от схемы питания в органах растений накапливалось разное количество макроэлементов. Рекомендованные схемы питания отличались от контрольной схемы: в первой была корректировка по кальцию и магнию, во второй – по калию, кальцию и магнию. Доза вносимого азота во всех схемах была одинаковая. Химический анализ листьев проводили в период начала цветения, плодов – при массовом плодоношении.

Увеличение содержания кальция, магния и калия в питательных растворах, изменение соотношения К : Са способствовали большему расходу азота в обменных процессах и меньшему его накоплению в органах растений. В результате использования рекомендованных схем питания содержание азота в листьях снижалось относительно контроля на 0,04-0,2 % к сухой массе, в плодах азота накапливалось существенно меньше, чем на контроле – на 0,06-0,17 % к сухой массе с наибольшими значениями в схеме питания 2 (табл. 2).

2. Содержание макроэлементов в растениях огурца, % к сухой массе (в среднем за 2020-2022 г.)

Гибрид (А)	Вариант (В)	Листья			Плоды		
		N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Бьёрн F1	Контроль (стандартная схема питания)	5,35	0,80	3,17	2,54	1,52	5,19
	Схема питания 1	5,28	0,83	3,27	2,48	1,54	5,26
	Схема питания 2	5,15	0,85	3,33	2,41	1,56	5,30
Северин F1	Контроль (стандартная схема питания)	5,21	0,79	3,11	2,49	1,50	5,16
	Схема питания 1	5,17	0,80	3,19	2,39	1,52	5,21
	Схема питания 2	5,12	0,83	3,23	2,32	1,54	5,27
Артист F1	Контроль (стандартная схема питания)	5,37	0,82	3,24	2,59	1,57	5,24
	Схема питания 1	5,29	0,84	3,32	2,51	1,59	5,28
	Схема питания 2	5,20	0,86	3,36	2,45	1,60	5,36
НСР ₀₅ : А		0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
В		0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03

При применении рекомендованных схем питания содержание фосфора в органах растений огурца нарастало: в листьях – на 0,01-0,05 % к сухой массе, в плодах – на 0,02-0,04 % к сухой массе, разница в значениях между стандартной схемой питания и схемой питания 1 несущественная. На усвоение фосфора растениями оказывали влияние как увеличение магния, так и оптимизация соотношения К : Са.

Содержание калия в листьях огурца при использовании рекомендованных схем питания увеличивалось по сравнению с контролем на 0,08-0,16 % к сухой массе, в плодах разница составила 0,04-0,12. Больше всего калия в листьях и плодах накапливалось при применении схемы питания 2.

Анализ химического состава растений в зависимости от гибрида огурца показал, что наибольшее накопление элементов получено у гибрида Артист F1 по сравнению с Северин F1 и Бьёрн F1.

Схемы питательных растворов влияли на формирование листового аппарата и продукцию огурца. Важным аспектом выращивания тепличного огурца является соотношение вегетативного и генеративного развития – растение должно быть сбалансированным. Наибольший листовой аппарат отмечен при использовании схемы питания 1, в которой соотношения К : Са и Са : Мg благоприятно сказывались на формировании листовой массы. Площадь листьев при применении рекомендованных схем питания была существенно больше, чем на контроле – на 0,04-0,19 м²/растение. Листовая масса огурца Северин F1 была больше, чем у Бьёрн F1 и Артист F1 на 0,06-0,17 м²/растение (табл. 3). Рекомендованные схемы питания положительно влияли на формирование плодов огурца: снижалась степень отмирания завязей, увеличивалась урожайность. Степень отмирания завязей в рекомендованных схемах питания была достоверно меньше контрольной схемы на 1,4-2,7 % с наименьшим значением в схеме питания 2.

При большем сохранении завязей на растениях больше собирают плодов. Урожайность огурца при использовании схемы питания 2 была наибольшая в опыте – существенная прибавка относительно контроля в зависимости от гибрида составила 1,1-2,4 кг/м². Максимальная урожайность получена у огурца Бьёрн F1, который отличался более ранним созреванием плодов, стабильным плодоношением и высокой стрессоустойчивостью к неблагоприятным факторам.

3. Площадь листьев и формирование плодов огурца (в среднем за 2020-2022 г.)

Гибрид (А)	Вариант (В)	Площадь листьев, м ² /растение	Степень отмирания завязей, %	Урожайность, кг/м ²
Бьёрн F1	Контроль (стандартная схема питания)	1,68	21,2	24,7
	Схема питания 1	1,84	19,8	25,9
	Схема питания 2	1,72	19,1	27,1
Северин F1	Контроль (стандартная схема питания)	1,74	22,5	23,9
	Схема питания 1	1,93	21,0	25,0
	Схема питания 2	1,80	20,5	26,0
Артист F1	Контроль (стандартная схема питания)	1,65	25,6	22,8
	Схема питания 1	1,76	23,6	24,1
	Схема питания 2	1,70	22,9	25,1
НСР ₀₅ : А		0,04	0,7	0,6
В		0,03	0,5	0,8

Плоды огурца относятся к числу низкокалорийных продуктов питания, характеризуются ценными вкусовыми и диетическими качествами. Оценку качества плодов проводили по содержанию сухого вещества, сахаров и нитратов. Оптимальное соотношение элементов питания в составе схемы питания 2 способствовало наибольшему накоплению показателей качества огурца в сравнении с другими схемами питания. При применении схемы питания 2 содержание сухого вещества в плодах огурца больше чем на контроле и при использовании схемы питания 1 на 0,08-0,25 %, разница в количестве сахаров составила 0,07-0,21 %, витамина С – 0,05-0,12 мг/100 г (табл. 4).

4. Качество плодов огурца (в среднем за 2020-2022 г.)

4. Качество плодов огурца (в среднем за 2020-2022 гг.)					
Гибрид (А)	Вариант (В)	Сухое вещество	Сахара	Вита- мин С, мг/100 г	Нит- раты, мг/кг
		%			
Бьёрн F1	Контроль (стандарт- ная схема питания)	4,12	2,39	8,09	118
	Схема питания 1	4,19	2,45	8,13	110
	Схема питания 2	4,31	2,56	8,18	106
Севе- рин F1	Контроль (стандарт- ная схема питания)	4,18	2,49	8,13	126
	Схема питания 1	4,28	2,58	8,20	121
	Схема питания 2	4,36	2,70	8,25	114
Артист F1	Контроль (стандарт- ная схема питания)	4,33	2,57	8,11	138
	Схема питания 1	4,45	2,67	8,16	131
	Схема питания 2	4,58	2,74	8,22	125
НСР ₀₅ : А		0,07	0,06	0,02	8
В		0,06	0,05	0,03	5

Важным показателем качества овощной продукции защищенного грунта является накапливаемое количество нитратов. В анализируемых плодах огурца содержание нитратов меньше предельно допустимой концентрации для тепличного огурца (200 мг/кг) на 62-94 мг/кг. Применение рекомендуемых схем питания способствовало снижению накопления нитратов в плодах огурца, меньше всего нитратов получено с использованием питательного раствора по схеме питания 2.

Выводы. Проведенные исследования доказывают, что оптимизация количества и соотношения элементов питания в питательных растворах при малообъемной

технологии выращивания огурца способствует повышению продуктивности партенокарпических короткоплодных гибридов огурца.

При увеличении содержания кальция, магния и калия и оптимизации их соотношения в рекомендованных схемах питания в сравнении со стандартной схемой повышалось количество фосфора и калия в растениях огурца – на 0,01-0,05 и 0,04-0,16 % к сухой массе соответственно, количество азота снижалось на 0,04-0,2 % к сухой массе.

Площадь листьев при применении рекомендованных схем питания была существенно больше, чем на контроле – на 0,04-0,19 м²/растение. При снижении степени отмирания завязей на растениях при применении рекомендованных схем питания на 1,4-2,7 % относительно контроля урожайность огурца увеличивалась на 1,1-2,4 кг/м². Урожайность Бьёрн F1 была максимальной в опыте. Оптимизация схем питания улучшала качество плодов огурца: сухого вещества накапливалось больше чем на контроле на 0,07-0,25 %, сахаров – на 0,06-0,21 %, витамина С – на 0,04-0,12 мг/100 г.

Наибольшая урожайность гибридов огурца и лучшее качество плодов получены при увеличении калия, кальция и магния в схеме питания 2. Применение рекомендуемых схем питания способствовало снижению накопления нитратов в плодах огурца относительно контроля на 5-13 мг/кг.

Литература

- Веремейчик, Л. А. Особенности применения химических удобрений для питания томата в малообъемной культуре / Л. А. Веремейчик // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2. – С. 164-170.
- Влияние состава питательного раствора на продуктивность растений томата при малообъемном способе выращивания в условиях регулируемой агроэкосистемы / О. Р. Удалова, Г. Г. Панова, Л. М. Аникина, В. Л. Судаков // Агрофизика. – 2014. – № 1. – С. 33-37.
- Джелиев, А. С. Удобрение огурца в зимней теплице / А. С. Джелиев, Д. А. Черджиев, С. Х. Дзанагов // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов, магистрантов и студентов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет» / Вып. №55/1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2018. – С. 3-6.
- Луцкий А. А. Оценка потребности в овощах в соответствии с рациональными нормами их потребления // Овощи России. – 2019. – № 2. – С. 16–21.
- Селиванова, М. В. Влияние схем питания на продуктивность огурца в условиях защищенного грунта / М. В. Селиванова // Перспективные направления развития сельского хозяйства: Труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – М.: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2015. – С. 65-67.
- Селиванова, М. В. Гибриды огурца – урожайность и качество / М. В. Селиванова, Е. С. Романенко, Ю. П. Проскурников // Инновационные технологии продуктов здорового питания : Международная научно-практическая конференция, посвященная 160-летию со дня рождения И.В. Мичурина, Мичуринск, 04–05 сентября 2015 года. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2015. – С. 68-71.
- Шульпеков, А. С. Изучение влияния водорастворимых удобрений на технологический процесс выращивания огурца / А. С. Шульпеков, Н. В. Копарева, О. Н. Шабета // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 109-115.
- Эффективность применения кремнийсодержащих удобрений при малообъемной технологии выращивания огурца Киборг F1 / М. В. Селиванова, Е. С. Романенко, Т. С. Айсанов, Е.А. Миронова, Н.А. Есаулко, М.С. Герман // Овощи России. – 2020. – № 6. – С. 25-30.

M.V. Selivanova, T.S. Aysanov, E.S. Romanenko, N.A. Esaulko, K.N. Novak
Stavropol state agrarian university, 355017, Stavropol, Zootehnicheskii lane, 12, e-mail: selivanowa86@mail.ru

The data of studies on the optimization of nutrient solution schemes with a low-volume technology for growing parthenocarpic short-fruited cucumber hybrids in the conditions of the sixth light zone are presented. It was found that with an increase in the content of calcium, magnesium, potassium and optimization of their ratio ($K:Ca - 1.1-1.8$, $Ca:Mg - 3.0-4.0$) in the nutrition schemes, the productivity of cucumber increased. Studies have revealed that when using the recommended nutrition schemes, the degree of ovary death on cucumber plants decreased by 1.4-2.7% relative to the control, yield increased by 1.1-2.4 kg/m², fruit quality improved – the content of dry matter, sugars, vitamin C increased, the content of nitrates was less.

Keywords: nutrition scheme, cucumber, hybrid, low-volume cultivation technology, macronutrients, yield, product quality.

УДК: 633.11:631.244.2:631.445.4

DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.25

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

В.Н. Ситников, к.с.-х.н., А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., А.Ю. Ожередова, к.с.-х.н., В.А. Клец,
И.Ю. Вдовыдченко, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.
e-mail: alena.gurueva@mail.ru

При оптимизации минерального питания растений озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности установлено, что рекомендованная и расчетная дозы минеральных удобрений способствовали существенному увеличению концентрации в растениях озимой пшеницы азота – на 0,61-0,97% и фосфора на 0,07-0,13% по сравнению с контрольным вариантом. Достоверно увеличивало содержание фосфора в растениях применение комплексного микроудобрения «Все включено» и WUXAL «Микроплант» на 0,04%, а азота – только «Все включено» на 0,20%. Другие, изучаемые в опыте, микроудобрения существенного влияния на концентрацию элементов не оказывали. От фазы всходов к фазе полной спелости содержание макроэлементов (N, P, K) в растениях существенно снижалось – на 0,32-3,01, 0,08-0,53 и 0,51-3,41%, что можно объяснить сокращением метаболических процессов в растениях и их перераспределением.

Максимальную урожайность (8,53 т/га) с лучшими качественными показателями зерна (клейковина – 25,2%, белок – 12,9%) формировал вариант, в котором применялась расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 7,5 т/га N₁₅₂P₇₁K₆₅ с двукратным применением комплексного микроудобрения «Все включено», и с получением прибыли на 1 га – 65,82 тыс. руб.

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, озимая пшеница, чернозем выщелоченный, содержание азота, фосфора и калия, урожайность, качество зерна, экономическая эффективность.

Для цитирования: Ситников В.Н., Есаулко А.Н., Ожередова А.Ю., Клец В.А., Вдовыдченко И.Ю. Оптимизация минерального питания растений озимой пшеницы на основе комплексного применения макро- и микроудобрений на черноземе выщелоченном// Плодородие. – 2023. – №4. – С. 102-107. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.25.

Население многих стран считает зерно пшеницы основным продуктом своего питания и сырьем для перерабатывающей промышленности [3]. Россия в последние годы уверенно занимает лидирующее место в мире по производству и экспорту зерна озимой пшеницы [2].

По данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса, посевные площади под озимой пшеницей в РФ в 2022 г. занимали в хозяйствах всех категорий 16,7 млн га, в Ставропольском крае 0,77 млн га. Средняя урожайность культуры в РФ составляла 3,8 т/га, в Ставропольском крае – 4,0 т/га [11,12].

Основным и одним из самых важных приемов в настоящее время, обеспечивающих формирование размеров и качественных характеристик урожая озимой пшеницы, считается оптимизация минерального питания [4, 7, 8].

Оптимизированная система питания обеспечивает растение всем необходимым, предусматривает применение макроудобрений, используемых не только под

основную обработку почвы, при посеве и в подкормку, но и вносимых в качестве некорневых подкормок жидкими удобрениями, которые содержат макро- и микроэлементы, а также физиологически активные вещества (аминокислоты, экстракты и др.) [5, 9].

Научно доказано, что такая система удобрения снижает развитие болезней, повышает устойчивость растений к стрессам, оказывает положительное влияние на урожайность культуры и качественные характеристики продукции, увеличивая при этом экономическую эффективность производства [6].

Цель наших исследований – оптимизировать питание растений озимой пшеницы на основе комплексного применения макро- и микроудобрений на черноземе выщелоченном.

Объекты и методы исследования. Полевые исследования проводились с 2020 по 2023 г. на черноземе выщелоченном на землепользовании опытной станции Ставропольского ГАУ, которая согласно схеме