

предыдущих фракций протеинов, на фоне испытываемых композиций спектров освещения для них, напротив, была показана преимущественная активизация накопления относительно контроля на 47–158 и 11–170 %, наиболее значительная в первом случае при 8- и особенно 10,5-кратном превышении доли красного света над таковой синего, во втором – при 5-кратном (см. табл. 4).

Как видим, в большинстве тестируемых вариантов опыта наблюдалась весьма отчетливая одновекторность изменений ряда характеристик протеинового комплекса микрорзелени гороха относительно контроля. Так, в большинстве тестируемых вариантов опыта отмечено снижение в ней относительно контроля общего содержания протеина, альбуминов и глобулинов соответственно на 9–56; 16–73 и 37–69 % на фоне преимущественного обогащения глютелинами и проламинами на 47–158 и 11–170 %.

Выводы

1. В результате сравнительного исследования в производственном эксперименте с 8-вариантной схемой влияния спектрального состава светодиодного освещения при варьировании соотношения в нем долей красной и синей областей (R/B) в диапазоне 1,3–10,5 на формирование белкового комплекса микрорзелени гороха овощного (сорт *Павлуша*) установлено существенное влияние исследуемого фактора на его количественные и качественные характеристики.

2. Использование испытываемых спектральных комбинаций освещения способствовало обеднению микрорзелени гороха на 9–73 % белковыми соединениями, в том числе альбуминами и глобулинами, на фоне обогащения на 11–170 % глютелинами и проламинами.

УДК 631.86:631.87:635.64

Влияние сидератов и удобрений на урожайность и биохимический состав томатов при капельном орошении

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук, Ю. В. Винокурова-Лабунская, младший научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

(Дата поступления статьи в редакцию 15.05.2023)

В статье изложены результаты исследования о влиянии различных доз органических и минеральных удобрений на урожайность и биохимический состав плодов томата в специализированном овощном севообороте при капельном орошении.

3. Показано, что наиболее благоприятные условия для создания в микрорзелени гороха общих запасов белка и его наиболее ценной водо- и солерастворимой части обеспечивало использование светодиодного освещения с 3- и 4-кратным превышением в спектральном составе красного света относительно синего.

Литература

1. Meng, Q. Substituting green or far-red radiation for blue radiation induces shade avoidance and promotes growth in lettuce and kale / Q. Meng, N. Kelly, E. S. Runkle. – Environmental and Experimental Botany, 2019. – Vol. 162. – P. 383–391.
2. Оптимизация светодиодной системы освещения витаминной космической оранжереи // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2016. – Т. 50, № 3. – С. 17–23.
3. Молчан, О. В. Влияние Led-освещения различного спектрального состава на рост и биосинтез алкалоидов в каллусных культурах *Vinca minor* / О. В. Молчан, В. М. Юрин // Журнал БГУ Биология. – 2018. – № 2. – С. 48–56.
4. Оптимизация режимов светодиодного освещения при производстве микрорзелени овощных культур с целью повышения качества продукции: метод. реком. / А. М. Пашкевич [и др.]; РУП «Институт овощеводства»; ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». – Минск: Право и экономика, 2022. – 44 с.
5. Петров, К. П. Метод формольного титрования со смешанными индикаторами / К. П. Петров // Методы биохимии растительных продуктов. – Киев: Вища школа, 1978. – С. 16–18.
6. Плешков, Б. П. Выделение белков из растений и определение их фракционного состава / Б. П. Плешков // Практикум по биохимии растений. – 2-е изд., доп. – М., 1976. – С. 43–53.
7. Bradford, M. M. Rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding / M. M. Bradford // Anal. Biochem. – 1976. – Vol 8. – P. 248–254.
8. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Мятлев [и др.]. – М.: Академия, 2009. – 320 с.

The article states the results of the research on the effect of applying various doses of organic and mineral fertilizers on the yield and biochemical composition of tomato in a specialized vegetable crop rotation under drip irrigation.

Введение

Характерной особенностью современного земледелия является нарастающий дисбаланс между поступлением и использованием органического вещества и элементов питания из почвы при выращивании овощных культур [1, 4].

Почвы Беларуси легкого гранулометрического состава занимают около 70 % структуры пашни. Естественное плодородие этих почв невысокое, они недостаточно обеспечены элементами питания и особенно

органическим веществом. Из-за этого легкие почвы обладают весьма слабой водоудерживающей и водоподъемной способностью, то есть плохо удерживают влагу, выпавшую в виде осадков, и плохо подают ее к поверхности из более глубоких слоев почвы. С другой стороны, широкое распространение этих почв заставляет аграрную науку искать пути коренного улучшения с целью превращения их в высокоплодородные пахотные земли.

Получение высоких и устойчивых урожаев овощных культур на дерново-подзолистых почвах связано

с уровнем содержания органического вещества (гумуса). Снижение интенсивности потерь гумуса можно приостановить при введении в севооборот промежуточных культур, в том числе на зеленое удобрение. Применение навоза и других органических удобрений способно улучшить в почве баланс гумуса и повысить содержание основных элементов питания.

Научными исследованиями отечественных ученых установлено, что повышение плодородия и снижение деградации дерново-подзолистых почв Республики Беларусь и обеспечение бездефицитного баланса гумуса пахотных земель возможно только при заправке органических удобрений в почву. Однако в настоящее время отмечается недостаточное внесение навоза, компостов и других видов твердых органических удобрений. Установлено, что потребность в них составляет в среднем 12,5 т/га для сельскохозяйственных культур, а для овощных – 16–18 т/га [5, 9, 10].

Поддержание и восполнение почвенного плодородия на уровне, обеспечивающем экономически эффективное использование современных технологий возделывания овощных культур, обуславливается применением оптимальных доз и видов органических удобрений при орошении и является главным фактором стабильного плодородия и продуктивности культур в специализированных овощных севооборотах.

Актуальность данной проблемы состоит в том, что в условиях Беларуси подобных исследований при выращивании томата при капельном орошении не проводилось, несмотря на широкое промышленное возделывание данной культуры [2, 11, 12].

Материалы и методы исследования

Научно-исследовательская работа выполнена в РУП «Институт овощеводства» Минского района в 2021–2022 гг. в специализированном овощном севообороте.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развитая на лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины 0,6–0,8 м мореной. Почва характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,2, гумус – 2,4–2,5 %, содержание подвижных форм P_2O_5 и K_2O – 248 и 152 мг/кг почвы соответственно.

Объектом исследований в полевых опытах служил детерминантный раннеспелый сорт томата Раница, который предназначен для выращивания в открытом грунте (включен в «Государственный реестр сортов Республики Беларусь» с 2001 г.). Повторность опыта 4-кратная, расположение делянок рендомизированное, размер опытной делянки – 8,4 м², расстояние между растениями в ряду – 0,5 м, междурядье – 0,7 м. Закладка опыта, учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам. Полив опытного участка осуществлялся через систему капельного орошения.

Погодно-климатические условия в годы проведения опытов отличались значительными колебаниями по основным агрометеорологическим показателям.

По данным В. Ф. Логинова [6] и В. И. Мельника [7], в связи с повышением за последние 20 лет температуры воздуха в Беларуси на 1,1 °С произошло смещение агроклиматических областей с юга на север примерно на 100–120 км, а также выделение на территории Белорусского Полесья четвертой агроклиматической области, характеризующейся теплой зимой и наиболее продолжительным вегетационным периодом [8].

Средняя температура воздуха в годы проведения исследований за летний период 2021 г. составила +20,0 °С, что на 2,6 °С выше многолетней нормы. При этом осадков выпало 241 мм, что составляет 104 % климатической нормы за данный период.

Средняя температура воздуха за июнь 2022 г. составила +19,0 °С, что выше климатической нормы на 2,0 °С. Июнь 2022 г. вошел в 10 самых теплых первых летних месяцев. Очень жаркой выдалась третья декада июня с положительной температурой выше на 3,7 °С. За летний сезон 2022 г. выпало 193 мм осадков, что составляет 86 % многолетней климатической нормы.

Полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [3] с использованием программ Microsoft Excel и STATISTICA 7.0.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований по изучению влияния различных систем удобрения на урожайность и качество томатов при выращивании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве редьки масличной на сидерате (21 т/га) на фоне $N_{58}P_{17}K_{47}$ (фон 1) получена урожайность плодов 39,4 т/га. При использовании в качестве сидерата вико-овсяной смеси (18 т/га) при внесении $N_{60}P_{20}K_{78}$ (фон 2) урожайность томата составила 31,2 т/га.

При внесении биогумуса в дозе 4,5 т/га получена дополнительная урожайность плодов томата 2,0 т/га на одну тонну внесенного биогумуса, дозам 6; 7,5 и 9 т/га соответственно плодов 3,2; 2,7 и 2,3 т/га.

При внесении на фоне 1 навоза в дозах от 9 до 18 т/га повышение урожайности томата наблюдалось до 19,8 т/га. На тонну навоза повышение урожайности

Таблица 1 – Влияние доз биогумуса и навоза на фоне действия сидерата редька масличная на урожайность плодов томата при капельном орошении (среднее за 2021–2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка				Товарность, %
		к контролю		к фону		
		т/га	%	т/га	%	
Без удобрений (контроль)	28,2	–	–	–	–	72
Фон 1 – редька масличная, 21 т/га + $N_{58}P_{17}K_{47}$	39,4	10,6	37	–	–	77
Фон 1 + $N_{75}P_{90}K_{90}$	49,7	20,9	73	10,3	26	79
Фон 1 + биогумус, 4,5 т/га	48,2	19,4	67	8,8	22	82
Фон 1 + биогумус, 6,0 т/га	58,8	30,0	104	19,4	49	81
Фон 1 + биогумус, 7,5 т/га	59,5	30,7	107	20,1	51	84
Фон 1 + биогумус, 9,0 т/га	60,4	31,6	110	21,0	53	83
Фон 1 + навоз, 9,0 т/га	56,2	27,4	95	16,8	43	80
Фон 1 + навоз, 12 т/га	57,4	28,6	99	18,0	46	82
Фон 1 + навоз, 15 т/га	58,6	29,8	103	19,2	49	81
Фон 1 + навоз, 18 т/га	59,2	30,4	106	19,8	50	82
HCP_{05}	0,42					

сти плодов томата составило при дозе 9 т/га навоза 1,9 т/га, при дозах 12; 15 и 18 т/га соответственно 1,5; 1,3 и 1,1 т/га.

При использовании минеральных удобрений в дозе $N_{75}P_{90}K_{90}$ на фоне 1 прибавка урожайности плодов составила 10,3 т/га или 26 % к фону 1 без удобрений (таблица 1).

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{75}P_{90}K_{90}$ фоне 2 (вико-овсяная смесь) получена урожайность плодов томата 33,4 т/га, прибавка составила 2,2 т/га или 7 %.

На этом фоне растения томата лучше отзывались на внесение биогумуса в дозе 9 т/га. Урожайность плодов томата повысилась на 12,2 т/га по сравнению с урожайностью 31,2 т/га, полученной на фоне 2 по вико-овсяной смеси, и на 3,5 т/га при внесении навоза 18 т/га на данном фоне. Прибавка в первом случае составила 39, во втором – 9 % соответственно.

При выращивании томата наибольшая товарность плодов 80 % отмечена в варианте с внесением биогумуса 9 т/га на фоне вико-овсяной смеси. Наименьшая товарность плодов была при выращивании на фоне 2 без внесения удобрений (таблица 2).

Товарность плодов томата на фоне 1 (редька масличная) на 4 % выше по сравнению с товарностью плодов (73 %) на 2 фоне (вико-овсяная смесь). Наибольшая товарность плодов томата 83–84 % отмечена в вариантах фо-на 1 с дозами биогумуса 7,5 т/га и 9,0 т/га.

В результате биохимического анализа плодов томата отмечено положительное влияние как навоза, так и биогумуса, о чем свидетельствует увеличение содержания сухого вещества на 0,1–0,4 %, суммы сахаров на 0,1–0,5 % и витамина С относительно контрольного варианта без удобрений.

Анализ плодов томата при возделывании на различных фонах показал, что при использовании удобрений содержание сухого вещества повысилось на 0,2 %, сумма сахаров на 0,1 %, витамина С на 0,84–1,36 мг% и снизилось содержание нитратов на 4 мг/кг по сравнению с этими показателями соответственно 5,8–6,0 %, 3,6 %, 21,08–21,42 мг% и 23–28 мг/кг сырой массы в контрольном варианте без удобрений (см. таблицы 3 и 4).

Наибольшее содержание сухого вещества (6,4 %), суммы сахаров (4,1 %) и витамина С (26,56 %) в плодах выявлено в варианте после сидерата редька масличная с применением биогумуса в дозе 9,0 т/га.

Таблица 2 – Влияние биогумуса и навоза на фоне сидерата вико-овсяная смесь на урожайность плодов томата при капельном поливе (среднее за 2021–2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка				Товарность, %
		к контролю		к фону		
		т/га	%	т/га	%	
Без удобрений (контроль)	22,4	–	–	–	–	67
Фон 2 – вико-овсяная смесь, 18 т/га + $N_{60}P_{20}K_{78}$	31,2	8,8	39	–	–	73
Фон 2 + $N_{75}P_{90}K_{90}$	33,4	11,0	49	2,2	7	74
Фон 2 + биогумус, 4,5 т/га	37,8	15,4	69	6,6	21	77
Фон 2 + биогумус, 6,0 т/га	39,3	16,9	75	8,1	26	79
Фон 2 + биогумус, 7,5 т/га	40,2	17,8	79	9,0	29	78
Фон 2 + биогумус, 9,0 т/га	43,4	21,0	94	12,2	39	80
Фон 2 + навоз, 9,0 т/га	36,6	14,2	63	5,4	17	76
Фон 2 + навоз, 12 т/га	37,9	15,5	69	6,7	21	78
Фон 2 + навоз, 15 т/га	39,6	17,2	77	8,4	27	77
Фон 2 + навоз, 18 т/га	39,9	17,5	78	8,7	28	78
НСР ₀₅	0,38					

Таблица 3 – Влияние биогумуса и навоза на фоне действия сидерата редька масличная на биохимический состав плодов томата в открытом грунте (среднее за 2021–2022 гг.)

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг
Без удобрений (контроль)	6,0	3,6	21,42	23
Фон 1 – редька масличная, 21 т/га + $N_{58}P_{17}K_{47}$	6,2	3,7	22,78	27
Фон 1 + $N_{75}P_{90}K_{90}$	6,1	3,6	23,12	26
Фон 1 + биогумус, 4,5 т/га	6,0	3,7	25,24	25
Фон 1 + биогумус, 6,0 т/га	6,1	3,8	25,68	26
Фон 1 + биогумус, 7,5 т/га	6,3	4,0	25,59	28
Фон 1 + биогумус, 9,0 т/га	6,4	4,1	26,56	224
Фон 1 + навоз, 9,0 т/га	6,1	4,0	25,48	28
Фон 1 + навоз, 12 т/га	6,2	3,9	25,72	27
Фон 1 + навоз, 15 т/га	6,0	3,7	25,98	29
Фон 1 + навоз, 18 т/га	6,1	3,8	25,36	31
НСР ₀₅	0,24	0,36	0,32	0,48

Таблица 4 – Влияние биогумуса и навоза на фоне действия сидерата вико-овсяная смесь на биохимический состав плодов томата при капельном поливе (среднее за 2021–2022 гг.)

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг
Без удобрений (контроль)	5,8	3,5	21,08	28
Фон 2 – вико-овсяная смесь, 18 т/га + $N_{60}P_{20}K_{78}$	6,0	3,5	21,92	32
Фон 2 + $N_{75}P_{90}K_{90}$	5,9	3,4	22,44	34
Фон 2 + биогумус, 4,5 т/га	5,8	3,5	23,18	31
Фон 2 + биогумус, 6,0 т/га	5,9	3,6	23,72	32
Фон 2 + биогумус, 7,5 т/га	6,0	3,7	23,98	29
Фон 2 + биогумус, 9,0 т/га	6,2	3,9	24,48	28
Фон 2 + навоз, 9,0 т/га	5,9	3,8	24,72	35
Фон 2 + навоз, 12 т/га	6,0	3,9	24,28	36
Фон 2 + навоз, 15 т/га	5,8	4,0	24,68	35
Фон 2 + навоз, 18 т/га	5,9	3,8	24,21	37
НСР ₀₅	0,28	0,38	0,34	0,56

Заключение

Наибольшая урожайность плодов томата (60,4 т/га) получена после сидерата редька масличная (21 т/га) при внесении удобрений в дозе $N_{58}P_{17}K_{47}$ и 9,0 т/га биогумуса. Прибавка урожайности к контрольному варианту без удобрений составила 31,6 т/га или 110 %. При возделывании томатов после сидерата вико-овсяная смесь (18 т/га) и дозе удобрений $N_{60}P_{20}K_{78}$ с внесением 9,0 т/га биогумуса наибольшая урожайность плодов томата составила 43,4 т/га, прибавка урожайности – 21 т/га или 94 %.

Определено положительное влияние редьки масличной и вико-овсяной смеси как сидератов в специализированном овощном севообороте на урожайность и биохимический состав плодов томата. Установлено, что внесение биогумуса в дозе 9 т/га на данных фонах снижало на 2–5 мг/кг содержание нитратов в плодах томата по сравнению с содержанием их 26–34 мг/кг при дозе $N_{75}P_{90}K_{90}$.

Использование сидеральных культур способствовало повышению содержания сухого вещества на 0,2 %, суммы сахаров на 0,1 % и витамина С на 0,84–1,36 мг% по сравнению с содержанием этих биохимических показателей в варианте без удобрений.

Литература

1. Бекенова, У. С. Изучение влияния доз биогумуса на рост и развитие, урожайность сельскохозяйственных культур в лабораторных и полевых условиях [Электронный ресурс] / У. С. Бекенова, Ж. Ш. Жумадилова, Е. Ж. Шорабаев // Молодой ученый. – 2017. – № 46 (180). – С. 106–108. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/180/46295/>. – Дата доступа: 11.03.2023.

УДК 635.1/.8:631.582:631.559

Влияние звеньев специализированного овощного севооборота на окультуренность почвы и суммарную продуктивность культур

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

(Дата поступления статьи в редакцию 10.05.2023)

В статье показано влияние звеньев специализированного овощного севооборота на окультуренность почвы и суммарную продуктивность культур. Приводятся показатели по изменению степени окультуренности дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от насыщенности севооборота овощными и сидеральными культурами за 7 лет.

Введение

В настоящее время развитие овощеводства в Республике Беларусь требует принципиально новых подходов в обеспечении высокоэффективного производства овощной продукции в специализированных овощеводческих и фермерских хозяйствах, что возможно лишь на основе применения интенсивных технологий с созданием специализированных овощных севооб-

2. Воспроизводство плодородия почвы при длительном применении удобрений и севооборота / А. М. Лыков [и др.] // Повышение плодородия почв и получение запланированных урожаев сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – С. 16–22.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Кидин, В. В. Органические удобрения / В. В. Кидин. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 166 с.
5. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа [и др.]; ред.: В. В. Лапа, Н. Н. Цыбулько; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.
6. Логинов, В. Ф. Последствия современных изменений климата в Беларуси / В. Ф. Логинов // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – №2. – С. 19–25.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.] // Белорус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 1988. – 31 с.
8. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко [и др.]; под ред. А. А. Аутко; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Минск: Беларус. Наука, 2012. – 490 с.
9. Степура, М. Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М. Ф. Степура, А. А. Аутко, Н. Ф. Пасосха. – Минск: ОДО «Рейплац», 2011. – 295 с.
10. Степура, М. Ф. Удобрение и орошение овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск: Рэйплац, 2008. – 142 с.
11. Учебник для бакалавров, обучающихся по направлению 110100 «Агрохимия и агропочвоведение». – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2012. – 534 с.
12. Удобрения из минерального и органического сырья и их агрохимическая эффективность: учебное пособие / Л. Л. Убугунов [и др.]; ФГБОУ ВПО «БГСХА им. В. Р. Филиппова»; Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2013. – 353 с.

The paper demonstrates the impact of the links of a specialized vegetable crop rotation on soil state cultivation and total productivity of crops. The indicators are presented on changing the degree of state cultivation of sod-podzolic sandy loamy soil, depending on the saturation of crop rotation with vegetable and green manure crops for 7 years.

ротов, обуславливающих не только повышение урожайности и улучшение качества овощной продукции при снижении ее себестоимости, но и сохранение почвенного плодородия [1, 2].

Важная роль в повышении плодородия почвы принадлежит севообороту, который позволяет без дополнительных затрат эффективнее использовать природные, материально-технические, трудовые ресурсы.