

обменный ион водорода в ППК. Следует отметить то, что внесение ОСВ не приводит к значительному увеличению содержания K_2O в почве (по сравнению с НРК). Это объясняется тем, что в составе ОСВ содержится мало этого питательного элемента из-за его потерь в ходе многоступенчатой очистки сточных вод.

Полученные значения можно принять за нормативы, которые можно использовать при прогностических расчетах изменения параметров плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы в условиях применения нетрадиционных видов удобрений.

Библиографический список

1. Кокорева, В.В. Эффективность применения нетрадиционных удобрений при возделывании овса / В.В. Кокорева, О.И. Сюняева, А.А. Слипец // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве. Сборник статей по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА. – 2018. – С. 83-86

2. Леонова, Ю.В. Оценка эффективности применения отходов кофейного производства в качестве удобрения овса / Ю.В. Леонова, О.И. Сюняева, Я.Э. Овчаренко, М.В. Тютюнькова / Материалы региональной научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием. - 2019. - С. 75-78

3. Леонова, Ю.В. Агроэкологическая оценка влияния нетрадиционных удобрений на состояние плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв Калужской области / Ю.В. Леонова, А.А. Слипец // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева. - 2019. - С. 167-171.

УДК 632.937.1: 938.2

АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Маркарова Анна Эдуардовна, аспирант лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФНЦО, amarviss@yandex.ru

Аннотация: *исследованы приемы агробιοтехнологии при выращивании томата в открытом грунте в нечерноземной зоне России с применением иммуностимуляторов и биофунгицидов. Показана комплексная эффективность бактериально-дрожжевого консорциума для повышения урожайности и грибного биофунгицида для снижения поражений инфекциями.*

Ключевые слова: томат, биофунгицид, биостимулятор, стрессоустойчивость, агробиотехнологии

Дефицит основных биогенных макро- и микроэлементов, высокая плотность почвы, слабая гумусированность, значительные перепады влажности создают условия для снижения иммунитета разных сортов томата и являются фактором для развития грибных инфекций. Направление защиты томата в открытом грунте соответственно должно базироваться на принципах создания благоприятных почвенных условий и поиске механизмов природной защиты от болезней. Одним из таких механизмов может стать интродукция в овощеводческий процесс природных антагонистов фитопатогенам.

Сапрофитные грибы рода *Trichoderma* являются естественными антагонистами почвообитающих грибов. Биологически активные соединения *Trichoderma* включают гормоноподобные вещества и ряд антибиотиков: глиотоксин, виридин, триховиридин, дерматин, циклоспорин, трихополин А и В, летучие вещества: углекислый газ, этанол, летучие антибиотики, ферменты: целлюлолитические ферменты, хитиназа, геликаза, амилаза, каталаза, пентоназа. Малые концентрации этих соединений влияют на обмен веществ и активизируют системы регуляции роста, развития и иммунного статуса растений [2].

Иммуномодуляторами могут выступать биоконплексы на основе микроорганизмов, продуцирующих физиологически-активные вещества, например, аминокислоты.

Материалы и методы. Экспериментальный биофунгицид Тридем 9Б (разработан в процессе исследований 2019 года на основе комплекса коллекционных штаммов грибов рода *Trichoderma* 9Б и 19Б, выделенных из почв многолетнего опыта с применением различных систем удобрения в Западной Сибири (Западно-Сибирская станция, г.Барнаул), действие которого направлено на улучшение плодородия, естественной азотфиксации почв и снижение заболеваемости овощных культур.

Экспериментальный биопрепарат иммуномодулирующего действия БИС-65, разработан в ФГБНУ ФНЦО на основе трех видов микроорганизмов (двух штаммов бактерий – граммотрицательных палочек рода *Pseudomonas* и коринеформных бактерий рода *Rhodococcus* и штамма дрожжей *Rhodotorula*), способных вырабатывать физиологически-активные вещества и оказывать на растения стимулирующий эффект.

В качестве тест культуры взят штамбовый сорт томата Малинка (среднепоздний), выведенный в лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур ФГБНУ ФНЦО.

Для опытов с овощными культурами наработку биомассы грибов *Trichoderma* вели в условиях интенсивной аэрации на стерильной зерновой среде, содержащей воду (1000 мл); зерно пшеницы или овса (15 г); NaNO_3 (3 г); K_2SO_4 (1г); K_2HPO_4 (1,5 г). Через 5 суток наработки препарата оставляли в условиях покоя на 7 дней, после этого процеживали через стерильную

марлю. Концентрат готовых препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* содержал споры в количестве 2,5-3,5 млн/1 мл. Этот концентрат перед опытом разводили в 100 раз.

Препарат БИС-65 готовили методом глубинной ферментации на полусинтетических жидких средах, где в качестве единственного источника углерода выступали для *Pseudomonas* - пептон ферментативный, для *Rhodococcus* и *Rhodotorula* – сахароза. Биомассу каждого штамма нарабатывали отдельно в условиях интенсивной аэрации. Титр живых клеток в рабочем растворе биопрепарата БИС-65 составил $1,5-1,8 \times 10^7$. Соотношение численности *Pseudomonas:Rhodococcus:Rhodotorula* соответственно (%) 50:45:5. Для получения рабочего раствора четырехсуточные препараты объединяли и разводили стерильной водой в 100 раз.

Результаты и обсуждение. Полевой опыт с томатом был заложен на опытном поле ФГБНУ ФНЦО в 3-х повторностях (схема посадки: $0,7 \times 0,30 = 0,21 \text{ м}^2$ на 1 растение; 14 учетных растений на 1 повторность). Рассадку выращивали в кассетах в теплице.

С целью оценки эффективности воздействия микробиологических препаратов БИС-65 (биостимулятор) и Тридем 9б (биофунгицид), и определения наиболее результативного способа их применения, опыт различается по вариантам обработок: предпосевные обработки семян и почвы под рассадку, обработку почвы в поле, опрыскивание растений в процессе роста. Исследования велись на экстенсивном и интенсивном фонах минерального питания, с использованием абсолютного контроля (без удобрений).

Учет биометрических показателей проведен в конце августа (22.08.19). Высота, насыщенность цвета, и тургорное состояние растений в опыте отличались по вариантам. Самыми низкими ожидаемо были растения томата на контрольном (без удобрения) варианте – в среднем 40 см. Удобрение в половинной норме прибавило в высоте кустов в среднем 14 см, в полной рекомендованной 18 см от абсолютного контроля. При обработке семян и рассадной почвы препаратом Тридем 9б высота растений была сопоставима с контролями, но внешний вид качественно отличался. Наилучший результат, прибавка до 10 см от контроля, была характерна для варианта с полной дозой удобрения и опрыскиванием препаратом Тридем 9б. Обработка препаратом БИС-65 дала наилучший прирост биомассы в варианте с замачиванием семян в половинной дозе удобрения.

На Рис. 1 представлены данные по продуктивности с одного куста, в среднем по трем повторениям. Хорошо видно, что урожайность зависела от доз внесенного удобрения и наилучший результат дает рекомендованная доза минерального питания (до 856 граммов с куста томата при рекомендованной дозе). Все обработки биопрепаратами положительно сказались на массе томатов с одного куста на обоих фонах удобрения – от 15 до 50% от

контроля.

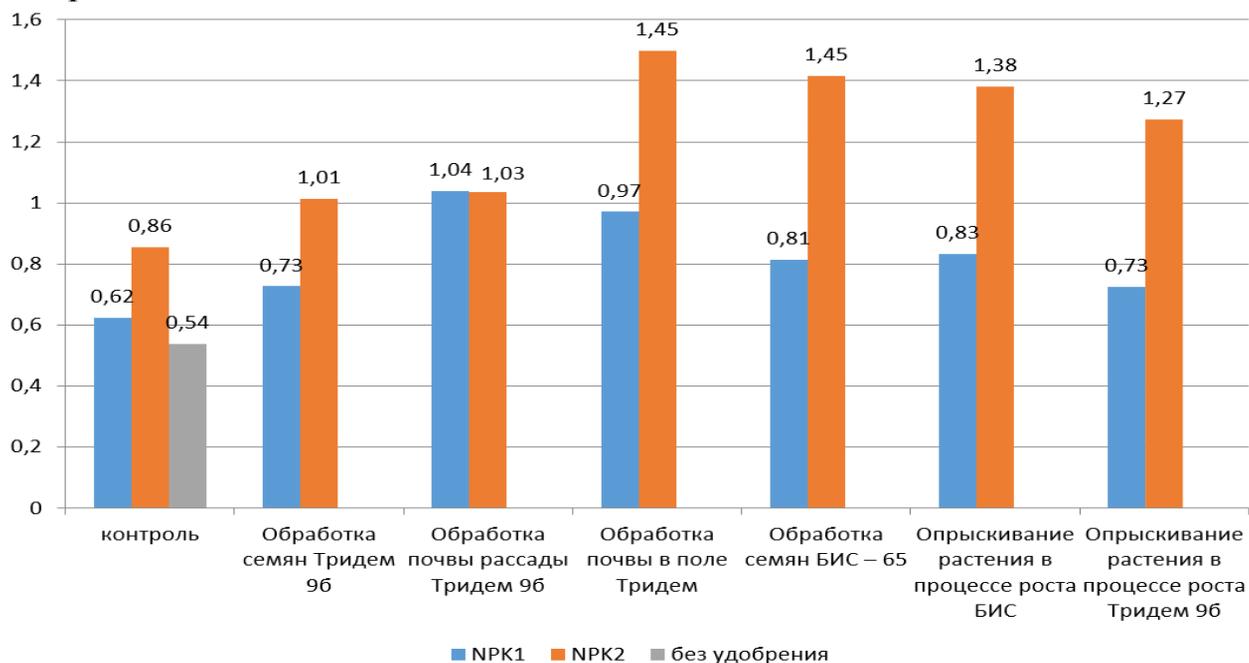


Рис. 1. Продуктивность томата Малинка с одного куста (в среднем по варианту), кг. $НСП_{05}$ фактора А (удобрения) – 0,125 кг/растение, фактора В (использование биопрепаратов) – 0,220 кг/растение

Во второй половине вегетации проявились такие болезни как альтернариоз, кладоспориоз, фузариоз, фитофтороз, фомоз. Позднее, к началу сентября проявился ботритиоз и склеротиниоз, фитофтороз. Потеря урожая в наибольшей степени была характерна для контрольных вариантов. Тридем 9Б в данном случае проявил искомую эффективность, как биофунгицид.

Наибольшей пораженностью надземной массы томата сорта Малинка характеризовались варианты без обработки препаратами, и вариант без удобрений (Рис. 2). Это объяснимо недостатком минерального питания, что вызывает снижение иммунитета овощных растений к заболеваниям, особенно с учетом неблагоприятных погодных условий 2019 года. Самыми устойчивыми к болезням были растения, обработанные фолиарно обоими экспериментальными биопрепаратами. Это может быть свидетельством того, что в период проведенных учетов заболевания распространялись в воздушно-капельной среде, а внешняя обработка способствовала устойчивости томата к патогенной микрофлоре.

Результат применения биофунгицида на основе штаммов грибов рода *Trichoderma* в наибольшей степени выражен в вариантах обработки семян и почвы в кассетах, и при опрыскивании растений в процессе роста. Выявлены и профилактические свойства экспериментального биофунгицида против болезней томата и для снижения инфекционной нагрузки на почву после обработки.

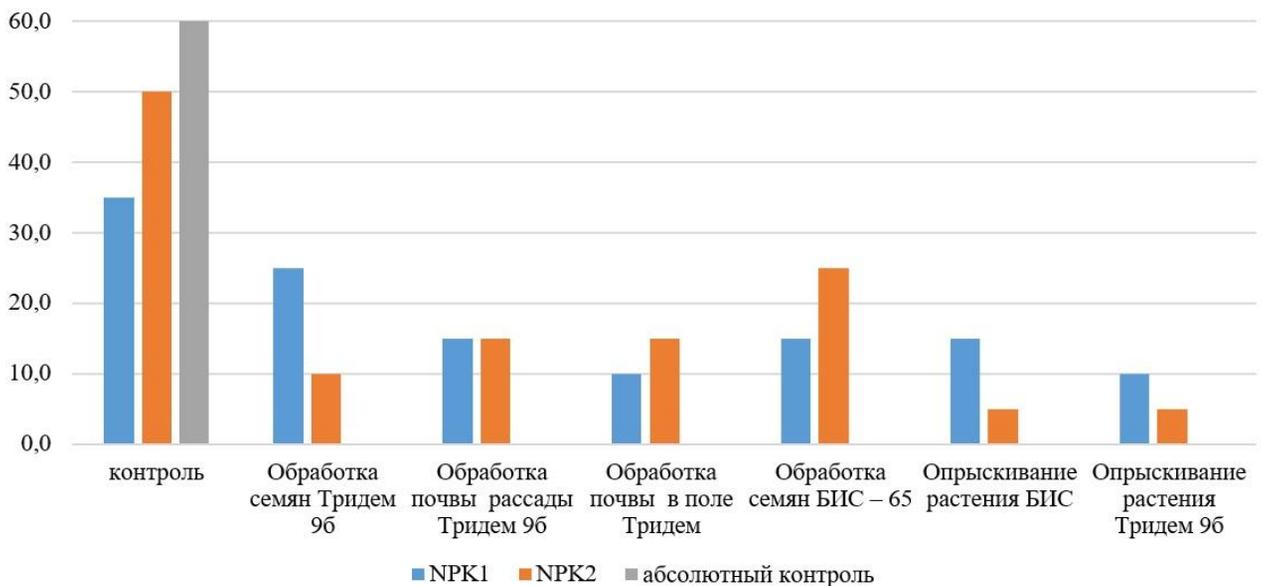


Рис. 2. Пораженность листьев и стеблей томата по вариантам опыта (август 2019 г.). НСР₀₅ фактора А (удобрения) - 3,2%, фактора В (использование биопрепаратов) – 5,9%

Биостимулятор БИС-65 дал ожидаемый результат в виде повышения стрессоустойчивости томата за счет применения препарата путем замачивания в рабочем растворе семян перед их высадкой в грунт и опрыскивания вегетирующих растений, что объясняется количественными показателями накопления аминокислот при наработке монокультур. Индукция у растений антистрессовой активности по отношению к самым различным негативным факторам среды является важным направленным действием биопрепаратов, и, особенно перспективно в стрессовых для растений условиях, а также в качестве антидотов, в случае совмещения с различными пестицидами [3]. Также усиливается фитопродуктивность наряду с оптимизацией почвенной микробиологической картины.

Основной механизм действия данных препаратов заключается в продуцировании бактериальными клетками веществ полипептидной природы, которые подавляют рост грибов и обладают бактерицидными свойствами. Живые клетки и споры бактерий предохраняют семена и посадочный материал от проникновения плесневых грибов, возбудителей гнилей, перехода их на проростки и внутрь тканей, защищают растения от патогенной микрофлоры, повышая их иммунитет [1].

Иммуномодулирующее действие препарата связано с накоплением в культуральной жидкости при ферментации физиологически-активных веществ. В процессе ферментации происходит накопление аминокислот. Суммарное количество их для культур отличается (таблица).

Действие аминокислот на растения активизирует прорастание семян, стимулирует рост растений, регулирует фотосинтетическую активность зеленых частей растений, регулирует стрессо- и солеустойчивость,

положительно влияет на процессы гумификации почв, улучшает образование пыльцы и развитие корней, улучшает вкусовые качества овощей.

Таблица

**Накопление аминокислот монокультурами в процессе ферментации,
мг/ мл**

Аминокислоты	<i>Rhodococcus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Rhodotorula</i>
Аспаргиновая	8,658	6,042	14,727
Треонин	3,495	2,435	6,452
Серин	3,042	2,185	4,996
Глутаминовая	10,508	8,435	18,024
Пролин	0,00	0,000	3,385
Н-глицин	4,225	3,106	6,728
Аланин	9,545	4,877	10,639
Валин	11,644	5,091	9,482
Изолейцин	3,228	3,026	6,227
Лейцин	8,549	5,146	13,846
Тирозин	1,757	0,579	2,224
Фенилаланин	2,771	1,772	4,933
Гистидин	1,215	0,810	2,149
Лизин	7,409	5,033	14,406
Аргинин	2,133	1,337	0,863
Сумма	78,208	49,874	119,080

Библиографический список

1. Диденко Д.А., Андросова В.М., Мирончук В.А. Эффективность применения микробиологического препарата экстрасол // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: Мат-лы Международ. научн.-практ. конф., Краснодар, 16–18 сентября, 2014 г. Краснодар, 2014. Вып. 8. С. 430–432.

2. Рябчинская Т.А., Зимина Т.В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агрехимия. 2017. С 70.

3. Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л., Бобрешова И.Ю. Целесообразность совмещения полифункциональных препаратов-регуляторов роста с современными системными фунгицидами // Агрехимия. 2014. No 2. С. 26–32.