

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С УЧАСТИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

Сульжицкая А.Р., студент

Научный руководитель Будай С.И.

Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь

В данной статье обсуждены перспективы использования биопрепаратов и средств защиты растений при выращивании картофеля. Приведены результаты некорневых обработок растений картофеля оригинальными биопрепаратами растительного и микробиологического происхождения. Исследовано их влияние на фотосинтетическую активность растений, продуктивность картофеля и содержание крахмала в клубнях.

Ключевые слова: биопрепараты растительные и микробиологические, обработка растений, фотосинтез, продуктивность, крахмал, картофель.

Мировое научное сообщество считает приоритетными технологии экологически безопасные, адаптированные к естественным условиям окружающей среды, культивируемым и рекультивируемым агроценозам, которые поддерживают и преумножают сложившееся многообразие флоры и фауны в биогеоценозах. К их составным элементам специалисты относят рациональное природопользование, охрану окружающей среды, биологическое земледелие, культивирование полезной микрофлоры и расширение ареала активных популяций природных фитофагов для защиты дикорастущих, лекарственных и культурных растений от агрессивных форм патогенов и вывода *plantae* из глубокого стресса, спровоцированного экстремальными природными явлениями [1, 2].

Российская компания «Биотехагро» разработала экологически безопасные биопрепараты: для обработки клубней перед посадкой – Геостим Фит марки «А» (3 л/т); Геостим Фит марки «Ж» – для обработки растений от всходов до созревания клубней (1,5 л/га); БФТИМ (4 л/т) рекомендуется использовать в фазы активного роста растений; Импровер эффективен в качестве биологической защиты картофеля от популяций патогенов. Их рациональное сочетание обеспечивает повышение супрессивности почвы, снижение количества почвенных патогенов и более активное размножение сапрофитной микрофлоры. После каждой обработки данными биопрепаратами растений картофеля наблюдалось омолаживание ботвы. В общем урожае увеличилось количество товарных клубней на 15 – 30 % после повторяющихся обработок растений картофеля биопрепаратами через 10 дней [3].

Биологический способ защиты картофеля от патогенов положительно себя проявил в благоприятных климатических условиях и эффективен для получения раннего урожая. По сравнению с химическими средствами защиты

растений применение биологических препаратов привело к экономии денежных ресурсов в 3 раза, а их регламентированное использование абсолютно безопасно для механизаторов, окружающей среды и потребителей клубней.

Внесение биофунгицидов БСка-3 (3 л/га) и БФТИМ (5 л/га) на основе природных бактерий *Bacillus subtilis* и грибов *Trichoderma viride* через 7 дней после выполнения 10 обработок растений обеспечило повышение урожайности клубней на 105 ц/га (28,6 %) по сравнению с контролем. В целом биологический способ защиты картофеля от патогенов оказался более выгодным, чем химический. Использование данных биофунгицидов позволило сократить экономические затраты на 1 га почти в 2 раза. При этом товарность картофеля в системе биологической защиты оказалась значительно выше за счет увеличения доли клубней крупной фракции на 34,2 %, средней – на 17,6 % и сокращения мелкой фракции на 20,0 %.

Предпосадочная обработка почвы биопрепаратом Геостим «Ж» в дозе 1 г/га, нанесение на клубни перед посадкой БСка-3 (4 л/т) и двукратное опрыскивание всходов БФТИМ КС-2 марки «Ж» (3 л/га) для профилактики от комплекса болезней обеспечили активный рост биомассы растений. Их высота оказалась на 3,4 см выше, а количество стеблей – на 3,0 единицы больше, чем в контроле. В выращенном урожае масса клубней варьировала от 20 до 150 г, а общая прибавка урожайности за счет применения биопрепаратов составила 157,3 ц/га [3].

Предпосадочная обработка клубней биофунгицидом Фитоспорин-М и микробиологическим препаратом на основе штаммов *Bacillus subtilis* в модификациях ТНП-3 и ТНП-5, включающих 1×10^9 КОЕ/мл бактерий, из расчета 300 мг/кг клубней стимулировала рост и развитие растений картофеля, позволила снизить поражение их фитопатогенами: черной ножкой – на 3,6 и 4,4 %, ризоктониозом – на 2,0 %, обыкновенной мозаикой – на 3,9 и 5,2 % относительно контрольного варианта. Прибавка урожайности картофеля после 3 лет исследований за счет их совместного применения составила 74 – 87 ц/га, а товарность клубней увеличилась на 2,0 % [4].

Использование биопрепарата «Биокомпозит-коррект» путем обработки семенного материала перед посадкой из расчета 2 л/т с общим расходом рабочей жидкости 30 л/т и его некорневого внесения в дозе 3 л/га с расходом рабочего раствора 400 л/га, а также биопрепарата «Альбит» методом обработки клубней из расчета 0,1 л/т (общий расход рабочего раствора 10 л/т) и его некорневого внесения в дозе 50 мл/га (общий расход рабочего раствора 400 л/га) обеспечило увеличение урожайности клубней соответственно на 29 и 21 ц/га, сухого вещества – на 1,6 %, а содержание крахмала у картофеля повысилось на 4,5 % относительно контроля [5].

По эффективности применения на посадках картофеля биопрепаратов Битоксибациллин, П (3 кг/га) и Ксантрелл, Ж (5 л/га) против колорадского жука

были получены положительные результаты: биологический эффект на 3-е сутки составил 55,2 – 64,0 % и 42,9 – 55,1 %, на 7-е сутки – 82,5-88,6 % и 75,5-80,3 %, на 10-е сутки – 79,1-82,8 % и 70,7-75,4 %, а на 14-е сутки – 75,3-77,3 % и 69,5-74,6 %. Товарность клубней варьировала от 91,4 до 98,1 % с преобладанием крупной фракции [6].

Биопрепараты вносили: путем обработки клубней Гуми-20 в дозе 1 л/т, Лигногумат АМ (100 г/т) и Фитоспорин-М (25 мл/т), а также в виде двукратной некорневой обработки растений Гуми-20 в дозе 2 л/га, Лигногумат АМ (200 г/га) и Фитоспорин-М (50 мл/га). Биопрепарат Гуми-20 обеспечил увеличение высоты растений на 12,3-14,7 %, количества основных стеблей – на 10,4-14,8 %, ассимиляционной поверхности листьев – на 14,7-23,1 % относительно контроля. На фоне Фитоспорина-М было зафиксировано существенное снижение уровня поражения растений картофеля фитопторозом на 73,1-77,0 % и прорастания спор этого патогена – на 62,0-79,7 %. После обработки семенного материала биопрепаратами и некорневого их применения у картофеля было зафиксировано увеличение по отношению к контролю: урожайности – на 11,6-22,3 %, содержания сухих веществ – на 9,1-11,8 % и массовой доли крахмала – на 0,8-2,4 % [7].

В трехлетних опытах изучали влияние жидкофазного биопрепарата с наночастицами железа (ЖФБ-Fe), полученного методом биосинтеза из экстракта зеленого чая, на урожайность картофеля и активность почвенных ферментов. Максимальная продуктивность клубней (669,1 г/куст) была зафиксирована после некорневой подкормки растений 1 %-ным раствором ЖФБ-Fe, что на 16,9 % выше, чем в контроле. Fe-содержащий биопрепарат оказал влияние на активность почвенных ферментов. Это отразилось на состоянии почвенного плодородия, а в конечном итоге приводило к снижению или увеличению урожайности картофеля [8].

Приведенные выше данные указывают на разностороннее положительное влияние перспективных биопрепаратов и экологически безопасных средств защиты растений на биологические, технологические, экономические и хозяйственные показатели выращивания картофеля, а также на микробиологические и биохимические показатели почвы, поэтому к ним приковано пристальное внимание исследователей в Беларуси и за рубежом, а профессиональный интерес экологов и специалистов сельского хозяйства неуклонно растет. Таким образом, целью полевых опытов являлось исследование влияния биопрепаратов растительного и микробиологического происхождения на фотосинтетическую активность растений, продуктивность картофеля и содержание в клубнях крахмала.

Опыт закладывали 2 года в Гродненском районе на сельскохозяйственных посадках картофеля сорта Дубрава путем циклично повторяемых некорневых обработок растений биопрепаратами растительного и микробиологического

происхождения от полных всходов до фазы массового цветения. Учетные миниделянки составляли 7,0 м² (по 5,0 м погонных на двух смежных рядках с междурядьями 70 см). Контрольный и опытные варианты с биопрепаратами закладывали на площадях 14,3 га (в 2022 году) и 12,7 га (в 2023 году) в 3-х повторениях с последовательным смещением их на каждом участке через 5 рядов. В «контроле 2» растения картофеля опрыскивали водой из артезианской скважины, которую также использовали для приготовления рабочих растворов биопрепаратов.

В качестве биопрепарата растительного происхождения применяли Fitolahk-276 (50 мл/га) – комбинированную смесь (катионы Zn и Cu + экстракт из лекарственных трав, хвойных пород и коры дуба). Микробиологическим препаратом являлся MPS-bio-G (20 мл/га) – смесь штаммов молочнокислых бактерий, актиномицетов и вытяжки микоризы пеньковых грибов. Растворы биопрепаратов на растения картофеля наносили в утренние часы вручную с помощью компактного ранцевого опрыскивателя. Расход рабочего раствора на все повторности и варианты опыта был одинаковым. Он составлял 2,1 л на 7,0 м² (300 мл/м²). Обработки растений картофеля биопрепаратами повторяли через 7 – 8 суток. Результаты влияния биопрепаратов на фотосинтетическую активность растений, продуктивность картофеля и содержание в клубнях крахмала представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты влияния биопрепаратов на фотосинтетическую активность растений, продуктивность картофеля и содержание в клубнях крахмала

Варианты опыта	Содержание хлорофиллов $\Sigma a+b^{***}$, мг/мл	Дружность цветения растений, %	Урожайность картофеля (масса клубней), кг/м ²	Средняя масса 1 клубня, г	Содержание крахмала, %
Контроль 1* (эталон)	114,6 ± 0,56	83,7	2,56	73,8	15,1
Контроль 2** (фон)	115,2 ± 0,61	84,1	2,57	72,9	15,2
Fitolahk-276 (А)	128,7 ± 0,67	86,2	2,94	88,1	15,6
MPS-bio-G (Б)	125,3 ± 0,52	84,5	2,83	85,7	15,4
Смесь А + Б	123,8 ± 0,63	83,9	2,76	83,4	15,3
НСР ₀₅	–	–	0,14	0,10	–

Примечание. Контроль 1* (эталон) – без обработок; контроль 2** (фон) – растения обрабатывали водой. Содержание хлорофиллов $\Sigma a+b^{***}$ определяли в фазу массового цветения растений картофеля.

Согласно данных таблицы 1 можно заключить, что биопрепараты растительного и микробиологического происхождения оказывали положительное влияние на фотосинтетическую активность растений картофеля через содержание хлорофиллов $\Sigma a+b$, что, вероятно, ускорило его активность. После отдельных некорневых обработок картофеля биопрепаратами общее

количество хлорофиллов a+b достоверно увеличилось под влиянием Fitolahk-276 – на 14,1-13,5 мг/мл (12,3-11,7 %) и MPS-bio-G – на 10,7-10,1 мг/мл (9,3-8,8 %) на фоне контролей 1 и 2. Совместное их внесение в смеси (А + Б) не привело к синергетическому эффекту процесса фотосинтеза у растений картофеля. Общее содержание хлорофиллов a+b у опытного варианта А + Б оказалось выше всего на 9,2-8,6 мг/мл (8,0-7,5 %), чем у контрольных вариантов 1 и 2, что сопоставимо меньше раздельного внесения изучаемых биопрепаратов.

Дружность цветения растений картофеля определяли на пике прямым подсчетом распустившихся цветков. Явная тенденция увеличения дружности цветения растений картофеля была зафиксирована после их обработки Fitolahk-276, когда она превзошла на 2,5-2,1 % оба контрольных варианта. У других опытных вариантов достоверного изменения этого показателя относительно контролей не выявлено.

Циклично проведенные обработки растений картофеля биопрепаратами во время вегетации обеспечили увеличение урожайности клубней: у Fitolahk-276 (вариант А) – на 0,38-0,37 кг/м² (14,8-14,4 %), MPS-bio-G (вариант Б) – на 0,27-0,26 кг/м² (10,6-10,1 %) и опытного варианта А + Б – на 0,20-0,19 кг/м² (7,8-7,4 %) относительно контролей 1 и 2. Кроме того, средняя масса клубней достоверно увеличилась после раздельной некорневой обработки растений картофеля биопрепаратами: у Fitolahk-276 (вариант А) – на 14,3-15,2 г (19,4-20,9 %) и MPS-bio-G (вариант Б) – на 11,9-12,8 г (16,1-17,6 %). После совместного внесения биопрепаратов (А + Б) этот показатель не выявил существенных отклонений от двух контрольных вариантов.

В клубнях картофеля двух опытных вариантов с Fitolahk-276 содержание крахмала оказалось на 0,5 – 0,4 % и MPS-bio-G – на 0,3 – 0,2 % выше, чем у контрольных вариантов. Таким образом, в целом биопрепарат Fitolahk-276 оказывал более существенное разностороннее влияние на фотосинтетическую активность растений, продуктивность картофеля и содержание крахмала в клубнях сопоставимо с биопрепаратом микробиологического происхождения MPS-bio-G.

Литература:

1. Экологические практики в сельском хозяйстве / Д. Дарий, А. Паладе. – Кишинэу: ПРООН Молдова, 2021. – 36 с.
2. Дудкин, И.В. Экологические аспекты формирования систем земледелия и защиты растений / И.В. Дудкин, В.М. Дудкин, А.Я. Айдиев [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 7. – С. 3-8.
3. Николаев, А. Безопасно и эффективно: биологизированная защита картофеля / А. Николаев // Аграрная газета «Земля и жизнь». – № 22 (246), 15 – 30 ноября 2021. – С. 6.

4. Слепцова, Т.В. Эффективность применения биологических препаратов и микроэлементов при выращивании картофеля в Якутии / Т.В. Слепцова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 5 (377). – С. 45-47.

5. Терёхина, О.Н. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании биопрепаратов / О.Н. Терехина, Д.В. Виноградов // Вестник РГАТУ. – № 1 (41). – 2019. – С. 155-159.

6. Фицура, Д.Д. Результаты применения биопрепаратов и биоудобрений при выращивании картофеля на дерново-подзолистой почве / Д.Д. Фицура, В.А. Сердюков, Д.С. Гастило // Картофелеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 145-155.

7. Уромова, И.П. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество картофеля / И.П. Уромова, А.В. Козлов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 5. – С. 77-81.

8. Любимова, Н.А. Влияние биопрепарата с наночастицами железа на активность почвенных ферментов и урожайность картофеля / Н.А. Любимова, Г.Ю. Рабинович // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – № 24 (3). – С. 417-429.

УДК 621.74

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ

Супрон П.А., студент

Научный руководитель – Скуратович И.В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В данной статье предложено внедрение перспективной технологии производства стали в электродуговых печах для сталелитейного цеха на ОАО «Минский тракторный завод» - технологии утилизации тепла сталеплавильных шлаков.

Ключевые слова: отходы производства, сталеплавильные шлаки, сталелитейный цех, электродуговая печь

На сегодняшний день ОАО «Минский тракторный завод» является крупнейшим тракторостроительным предприятием, продукция которого завоевывает не только страны ближнего, но и дальнего зарубежья. Функционирование такого крупного машиностроительного предприятия, как ОАО "МТЗ" пока еще невозможно без нежелательных выбросов в окружающую среду и образования отходов производства. На рисунке 1 показано количество израсходованного сырья на ОАО "МТЗ".

Удельный показатель расхода сырья – количество сырья, израсходуемого в расчёте на единицу выпускаемой продукции. Удельный показатель расхода на единицу выпускаемой продукции, расход энергоресурсов