

## ВЛИЯНИЕ ШТАММОВ *P. BACILLUS* НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОБИОТУ ПРИ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

*Масленникова Владислава Сергеевна, аспирант*

*Цветкова Вера Павловна, к.с.-х.н., доцент кафедры защиты растений*

*Шелихова Евгения Владиславовна, аспирант,*

*E-mail: [vladislava.maslennikova@mail.ru](mailto:vladislava.maslennikova@mail.ru), ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»*

**Аннотация.** В статье приведены результаты полевых исследований по оценке почвенной микробиоты при предпосадочной обработке клубней штаммами бактерий р. *Bacillus* в 2020 году.

**Ключевые слова:** почвенные микроорганизмы, *Bacillus thuringiensis*, картофель, обработка клубней.

**Введение.** Микроорганизмы являются ключевым фактором почвообразовательного процесса, питания растений и фитосанитарного состояния почв [1]. В настоящее время для защиты картофеля используют химические препараты, соблюдать их чередование в хозяйствах по определенным причинам не представляется возможным. При этом возрастает вероятность отдаленных последствий, обусловленных патологическим действием ряда препаратов на почвенную биоту. Мировая практика применения пестицидов свидетельствует о том, что они несут в себе потенциальную опасность [2]. Альтернативой химическим служат биологические препараты, в том числе, на основе почвенных микроорганизмов, которые подавляют развитие болезней на картофеле, но не вредят полезным видам. Ранее было выявлено фунгицидное действие штаммов в отношении ризоктониоза картофеля [3], однако изучение их влияния на почвенную микробиоту остается актуальным.

**Цель.** Целью данной работы являлось изучение действия штаммов р. *Bacillus* на картофеле на почвенную микробиоту.

**Материалы и методы.** Влияние и эффективность биологического агента изучали в 2020 г. в лаборатории регуляции микробиоценозов сельскохозяйственных животных и растений и УПХ «Сад Мичуринцев» НГАУ. Опыты закладывали на выщелоченном черноземе. Черноземы опытных участков являются среднемощными. Опытные участки содержали гумуса 5,72-7,16 % (среднегумусные черноземы), валового азота – 0,19-0,36, фосфора – 0,15-0,21 и калия – 1,10-1,26 %. Содержание легкогидролизуемого азота колебалось в пределах 8,10-12,6 мг, подвижного фосфора – 18,2-25,1 и обменного калия – 9,40-12,1 мг на 100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,62.

Объектами исследований служили: среднеранний картофель сорта Тулеевский (оригинатор – ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии),

штаммы р. *Bacillus*: *B. thuringiensis* vs. *morrisoni*; *B. thuringiensis* vs. *dacota*; *Bacillus subtilis*; *Bacillus liheniformis* (предоставлены Калмыковой Г.В., СФНЦА РАН). Схема опыта: 1. Контроль; 2. *Bt dacota* (титр  $5,6 \times 10^6$  КОЕ/мл); 3. *Bt morrisoni* (титр  $2,7 \times 10^6$  КОЕ/мл); 4. *Bs* (титр  $2,0 \times 10^6$  КОЕ/мл); 5. *Bl* (титр  $5,1 \times 10^6$  КОЕ/мл). Перед посадкой клубни картофеля замачивали в течение 1 часа в суспензии штаммов, контролем служили клубни, замоченные в воде.

Численность микроорганизмов определяли методом почвенных разведений [4]. Взвешивают 10 г свежееотобранной почвы. В стерильном боксе почву вносят в колбу, содержащую 90 мл стерильной воды. Тщательно взбалтывают 2-3 минуты. Затем готовят серию почвенных разведений. Для этого берут 1 мл почвенной суспензии и переносят в пробирку с 9 мл стерильной воды. Затем необходимое количество суспензии переносят в чашки Петри. Чашки Петри инкубируют при температуре 25°C в течение 5-7 дней, после чего подсчитывают количество выращенных колоний. Это число пересчитывают на численность микроорганизмов (колониеобразующих единиц - КОЕ) в 1 грамме абсолютно-сухой почвы.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ микрофлоры почвы показывает, что все исследуемые штаммы обладают фунгицидным действием в отношении таких патогенов растений как *Fusarium* spp. и *Penicillium* spp. На грибы рода *Fusarium* наибольший эффект оказали бактерии *Bacillus liheniformis* (Bl) и *Bacillus thuringiensis* vs. *dacota*, количество микромицетов данного рода снизилась в 8 и 3 раза соответственно. Также при применении *Bacillus thuringiensis* vs. *dacota* максимально снизилась численность грибов *Penicillium* в почве – в 3,7 раза. В то же время общее количество микроскопических почвенных грибов повысилось после внесения *Bacillus liheniformis* и *Bacillus thuringiensis*.

Все штаммы вносимых микроорганизмов, кроме *Bacillus liheniformis* увеличили численность аммонификаторов, усваивающих органический азот, от 13% (*Bacillus subtilis*) до 118% (*Bacillus thuringiensis* vs. *morrisoni*) в сравнении с контролем, из этого можно сделать вывод, что бактериализация данными видами биоагентов повышает скорость расщепления белков и разложения органических остатков. Отрицательное влияние *Bacillus liheniformis* на данную группу бактерий, вероятно, обусловлено ее бактерицидной активностью.

Численность бактерий, усваивающих минеральный азот, повысил штамм *Bacillus thuringiensis* vs. *morrisoni* – на 32% в сравнении с контролем. Это говорит об активности минерализации органического вещества в почве данного варианта.

В связи с низким количеством бактерий, усваивающих минеральные формы азота, коэффициент минерализации на всех вариантах опыта меньше, чем в контроле и также меньше 1, что означает то, что в почве наблюдается сдвиг в сторону накопления аммонийных форм азота, а не нитратных, как в контрольном варианте. С этим связана и низкая численность актиномицетов в почве опытных вариантов, так как актиномицеты активно развиваются на поздних стадиях процесса минерализации.

Обработка клубней картофеля штаммами *Bacillus* в большинстве вариантов опыта оказала положительное влияние на развитие целлюлозолитических микроорганизмов, разлагающих клетчатку. Их количество повысилось от 5% (*Bacillus thuringiensis* vs. *morrisoni*) до 76% (*Bacillus thuringiensis* vs. *dacota*). Активность целлюлозолитических микроорганизмов на этапе молодости растений хорошо сказывается на их росте, так как они создают для растений больше доступных форм питательных веществ. Только штамм *Bacillus subtilis* снизил численность данной группы микроорганизмов, возможно корневые выделения растений активно усваивались другими микроорганизмами, в том числе *Bacillus subtilis* и они проявили свою антагонистическую активность в отношении микроорганизмов этой группы, вследствие чего она практически не развивалась. Исследуемый штамм *Bacillus subtilis* также подавил развитие азотфиксирующих бактерий. Штамм *Bacillus thuringiensis* vs. *dacota*, напротив, оказал положительное влияние на развитие азотфиксирующих микроорганизмов, увеличив их количество в 2,3 раза. Остальные исследуемые бактерии на данную группу микроорганизмов не оказали видимого эффекта.

Положительное влияние на численность дрожжей оказал штамм *Bacillus thuringiensis* vs. *morrisoni*, который увеличил их количество в 2 раза, а штамм *Bacillus thuringiensis* vs. *dacota* – на 9%. Дрожжи выделяют большое количество активных веществ (витаминов, фитогормонов и т.д.), стимулируя рост и развитие растений. Остальные опытные штаммы значительно снизили их количество, что объясняется их бактерицидным действием.

**Заключение.** Лучший эффект на микрофлору почвы оказывает штамм *Bacillus thuringiensis* vs. *morrisoni*, повышая ее микробиологическую активность по большинству исследуемых показателей. Штамм *Bacillus subtilis*, оказал скорее отрицательное влияние на микробоценоз почвы, угнетая большинство исследуемых групп микроорганизмов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90006.*

#### **Библиографический список**

1. Коробова Л.Н., Танатова А.В. Реакция почвенной микрофлоры на длительное применение разных по уровню интенсификации технологий растениеводства // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 2. – С. 17-21.
2. Иванцова Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11, Естеств. Науки. 2013. – № 1 (5). – С. 35-40.
3. Шелихова Е.В., Масленникова В.С., Цветкова В.П., Калмыкова Г.В., Дубовский И.М. Улучшение фитосанитарного состояния и продуктивности картофеля под действием перспективных штаммов бактерий рода *Bacillus*. Аграрная наука. 2021. – № 4. – С. 91-96.

4. Сэги Йо. Методы почвенной микробиологии / Йо Сэги; И.Ф. Куренного; под ред. и с предисл. акад. ВАСХНИЛ Г.С. Муромцева. – М.: Колос, 1983. – 294 с.

## **INFLUENCE OF STRAINS OF THE GENUS *BACILLUS* ON SOIL MICROBIOTA DURING PREPLANTING TREATMENT OF POTATO STUBS**

*Maslennikova Vladislava Sergeevna*, post-graduate student, Novosibirsk State Agrarian University

*Tsvetkova Vera Pavlovna*, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University"

*Shelikhova Evgeniya Vladislavovna*, postgraduate student, Novosibirsk State Agrarian University

**Abstract.** The article presents the results of field studies to assess soil microbiota during pre-planting treatment of tubers with bacterial strains of the genus *Bacillus* in 2020.

**Key words:** soil microorganisms, *Bacillus thuringiensis*, potatoes, tubers processing.