

## **ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ КУЛЬТУР БАЦИЛЛ НА ФОРМИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ И КУКУРУЗЫ НА ПЕРВЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА**

**А.А. Цигичко, Е.И. Маклюк**

*Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского,  
г. Харьков, Украина*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Процесс перехода на органическое земледелие в Украине сегодня сопровождается определенными рисками и необходимостью решения ряда проблем. Одна из главных – недопустимость снижения плодородия почв. Поэтому перед нами стоит основная задача: при отказе от использования минеральных удобрений разработать высокоэффективные агротехнологии, которые могут обеспечить получение высоких устойчивых урожаев в сельскохозяйственных культурах [1, 2].

В настоящее время нет сомнений в том, что почвенные микроорганизмы играют ведущую роль в биохимических превращениях веществ в наземных экосистемах (в том числе и агрофитоценозах). Деятельность человека способствует усилению их биогеохимической функции, и появляется возможность регулировать активность микроорганизмов в нужном направлении, прежде всего, для повышения доступности элементов питания растениям [3, 4].

Один из путей получения качественной и конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции в органическом земледелии, а также сохранения плодородия почв – это применение микробных препаратов, т.е. искусственное обогащение почвы агрономически полезными микроорганизмами, что соответствует требованиям европейских стандартов органического производства [5, 6].

К тому же, интродукция полезных микроорганизмов в зону корней обеспечивает существенный рост биологической активности почвы. При этом в зависимости от вида микроорганизмов активизируются почвенные процессы биологической трансформации азота, фосфора, калия, что несомненно позитивно сказывается на урожайности и качестве сельскохозяйственной продукции [6]. Особенно важно чтобы эти позитивные механизмы были задействованы именно на начальных этапах онтогенеза, когда формируется морфоструктура растительного организма, что обеспечивает возможность репродукции. В этот период существует опасность повреждения растений корневыми гнилями, особенно, если всходы попадают в ситуацию переувлажнения, низкой температуры почвы, глубокой заделки семян. Чем крепче растение, тем меньше оно подвержено влиянию патогенных микроорганизмов.

Цель наших исследований – изучение влияния активных культур бацилл на формирование озимой ржи и кукурузы на первых этапах онтогенеза растений.

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Одним из путей использования существующего потенциала микробиоты и регулирования почвенно-биологических процессов может стать интродукция чистых

культур бацилл с комплексом агрономически полезных свойств. Для предпосевной инокуляции нами выбраны две чистые культуры бактерий *Bacillus* sp. 235 и 523, выделенные из микробиоценозов чернозема оподзоленного с органической системой земледелия. Выбор штаммов базировался на системных исследованиях всех бактериальных культур коллекции лаборатории микробиологии почв ННЦ «ИГА имени О.Н. Соколовского» по антагонистическим, ростстимулирующим и азотфиксирующим свойствам. Были отобраны наиболее активные штаммы с полифункциональными способностями ростстимуляции и антагонизма к фитопатогенам (*Fuzarium oxysporum*, *Fuzarium culmorum*, *Bipolaris sorokiniana*) [7–9].

Для оценки влияния исследуемых штаммов на прорастание семян озимой ржи использовали следующие показатели: всхожесть, энергию, дружность и скорость прорастания [9]. Для этого семена высевали на почвенные пластинки. В каждую чашку Петри на глубину 1 см помещали 25 семян, предварительно замоченных в воде в течение суток. В процессе проращивания семян поддерживали постоянную температуру +25 °С.

Под всхожестью понимали число семян, проросших за 7 суток, выраженное в процентах от общего количества семян, под энергией прорастания количество семян, проросших за первые 3 суток. При этом дружность прорастания определяли по формуле:

$$D = P/A ,$$

где D – дружность прорастания (средний процент семян, проросших за 1–е сутки прорастания), %; P – полная всхожесть, %; A – число дней прорастания; а скорость прорастания по формуле:

$$C = \frac{(a + 1) + (b + 1) + (v + 1) + (r + 1) + \dots}{(a + b + v + r + \dots)} ,$$

где C – продолжительность прорастания (средняя скорость прорастания одного семени), сутки; а – число семян, проросших за 1-е сутки; б – число семян, проросших за 2-е сутки; в – число семян, проросших за 3-и сутки; г – число семян, проросших за 4-е сутки и т.д.

О влиянии используемых бактериальных культур в ювенильный период развития растений судили по отклонению перечисленных показателей от контрольного варианта почвы (H<sub>2</sub>O).

Схема лабораторного опыта:

Семена с/х культуры	Способы интродукции бактериальных культур в почву		
Озимая рожь	предпосевная обработка семян		
	контроль	штамм 523	штамм 235
	полив почвы бактериальной суспензией		
	контроль	штамм 523	штамм 235

Для проверки антагонистических способностей исследуемых штаммов 523 и 235 нами проведен биотест на семенах кукурузы, которые были заражены штаммом *Fuzarium xysporum* var. *orthoceras* 400. Схема опыта:

#### Биотест на семенах кукурузы, обработанной суспензией штаммов 523 и 235

№	С/х культура	Вариант
1	Кукуруза на зерно	Контроль (H <sub>2</sub> O)
2		предпосевная обработка семян штаммом 523
3		предпосевная обработка семян штаммом 235

Полученные в результате исследований данные статистически обработаны методом дисперсионного анализа в программе STATISTICA 6.0.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами проведено исследование по определению эффективности искусственного обогащения почвы агрономически полезными микроорганизмами *Bacillus* sp. 235 и 523. Бактериальные культуры применяли для предпосевной инокуляции семян и полива почвенных пластинок в период всходов озимой ржи.

Всхожесть и энергия прорастания – это одни из главных показателей качества семян, которые непосредственно влияют на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, что особенно важно в органической системе земледелия [8, 9]. Всхожесть семян характеризует способность образовывать нормально развитые проростки. Выделяют всхожесть семян лабораторную (при проращивании в лабораторных условиях, которые обеспечивают нормальное прорастание большинства семян анализируемой культуры) и полевую (в полевых условиях).

Средние показатели всхожести и энергии прорастания по сравнению с контролем выше на 27,6 % под действием штамма 523 и на 12,8 % штамма 235 при предпосевной инокуляции семян. При поливе по вегетирующим растениям также наблюдается рост выше указанных показателей на 17,6 % под действием штамма 523 и на 18,9 % штамма 235 по сравнению с контролем. Позитивное влияние исследуемых бактериальных штаммов на всхожесть и энергию прорастания можно объяснить способностью бактерий рода *Bacillus* продуцировать ферменты, аминокислоты, витамины и другие биологически активные метаболиты [10–12]. В результате проведенных лабораторных исследований нами установлена разница между вариантами с предпосевной инокуляцией семян и вариантом с поливом почвы.

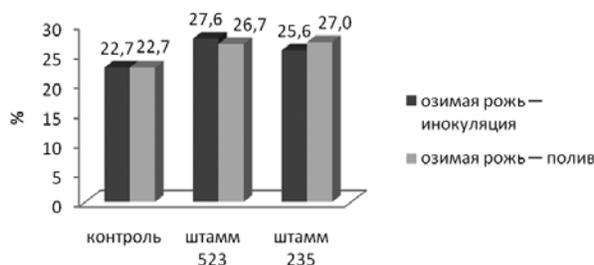


Рис. 1. Влияние бактериальных культур на всхожесть и энергию прорастания, % (средние по повторениям) НСР<sub>05</sub> = 2,0

Для более точной дифференциальной характеристики посевного материала и влияния исследуемых штаммов нами дополнительно рассчитаны показатели скорости и дружности прорастания семян. Наблюдается позитивное влияние штаммов 235 и 523 также на скорость прорастания озимой ржи как на вариантах с поливом, так и на вариантах с обработкой семян бактериальной суспензией. Но эффективность предпосевной обработки семян значительно выше, чем полива. Под действием инокуляции штаммом 523 скорость прорастания семян ржи усилилась на 19 % по сравнению с контрольным вариантом, а при поливе почвы бактериальной суспензией – на 18 %. Для штамма 235 также получены аналогичные данные: скорость прорастания инокулированных семян ржи усилилась на 18 %, а при поливе почвы – на 13 % по сравнению с контролем. Поэтому использование способа предпосевной обработки семян предпочтительнее.

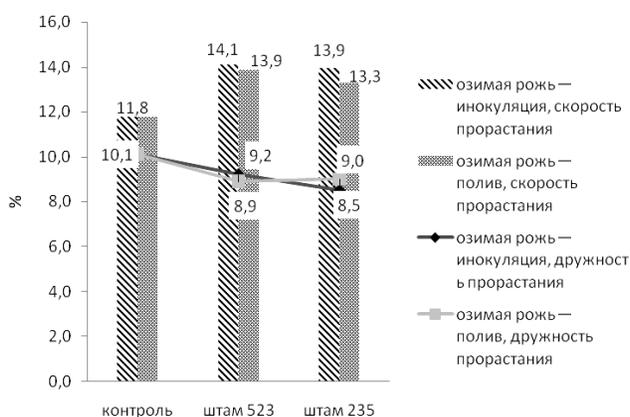


Рис. 2. Влияние штаммов бактерий на показатель дружности ( $НСР_{05} = 0,73$ ) и скорости прорастания ( $НСР_{05} = 0,99$ ), % (средние по повторениям)

В то же время отмечено, что дружность прорастания на контрольном варианте выше, чем с применением бацилл. Учитывая формулу расчета этого показателя по количеству проросших семян за 1 сутки, можно предположить, что применение активных штаммов для семян в первые часы оказывает стрессовое воздействие на семена и требует адаптации. Наблюдения в последующие дни указывают все же на эффективность применения бактериальных культур, а незначительные колебания показателей при применении различных способов интродукции позволяют рассматривать полив почвы в качестве возможного агротехнологического приема для обогащения почвы агрономически полезными и активными бактериями. К тому же, усиливающиеся засушливые периоды уже в весенние месяцы не всегда способствуют реализации свойств интродуцированных бактерий при обработке семян.

При ведении органической системы земледелия, при которой запрещено применение химических средств защиты, предусматривается использование экологически безопасных методов контроля популяций вредных организмов и патогенов. Особое место в органической системе производства занимает применение

микробных препаратов на основе активных антагонистов. Проведенный опыт с зараженными семенами кукурузы показал преимущество исследуемых штаммов с антагонистическими способностями по сравнению с контрольным вариантом (рис. 3, а, б).



а) 1 – контроль; 2 – обработка штаммом 523    б) 1 – контроль; 2 – обработка штаммом 235

Рис. 3. а, б. Влияние предпосевной инокуляции бактериальными культурами *Bacillus* sp. 235 и 523 на повышение стойкости зерна кукурузы к действию фитопатогенов

Инокуляция посевного материала бактериальными штаммами заметно сдерживают развитие патогенного фактора, в нашем случае устойчивость к действию *Fuzarium oxysporum* var. *orthoceras* 400, на что указывают полученные данные. Стимулирующее действие штаммов 523 и 235 на прорастание семян кукурузы выявлено по длине корешков. Так, этот показатель на 39,25 мм был больше по сравнению с контрольным вариантом под действием штамма 523 и на 9,45 мм – при использовании штамма 235 (табл.).

Таблица

**Биотест на семенах кукурузы, обработанных суспензией штаммов 523 и 235**

№	С/х культура	Вариант	Количество непрошедших семян	Длина корешков, мм (среднее)	Отклонение от контроля, +/-		Отклонение от контроля, %	
					семена	корешки	семена	корешки
1	Кукуруза	Контроль (H <sub>2</sub> O)	23	51,25	–	–	–	–
2		Штамм 523	16	90,5	–7	+39,3	–30%	76,5%
3		Штамм 235	20	60,7	–3	9,4	–13%	18,4%

## ВЫВОДЫ

1. Искусственное обогащение почвы селекционированными активными штаммами бацилл является эффективным и экологичным способом стимуляции роста и развития растений на первых этапах онтогенеза, при этом отмечено повышение стойкости растений к фитопатогенам, что в свою очередь имеет позитивное влияние на качество урожая.

2. При заражении семян кукурузы плесневыми грибами инокуляция штаммами *Bacillus* sp., стимулировала прорастание семян и сдерживала действие патогенов.

3. Незначительные различия в эффективности способов применения (предпосевная инокуляция и полив почвы) дают основания разнообразить способы интродукции микроорганизмов в почву.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иутинская, Г.А.* Почвенная микробиология / Г.А. Иутинская. – К.: Аристей, 2006. – 284 с.
2. *Березовська, М.О.* Органічне виробництво, як аксіома для України / М.О. Березовська // Посібник українського хлібороба. – 2010. – 135с.
3. *Аристовская, Т.В.* Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза / Т. В. Аристовская. – М., 1984.– С. 25–40.
4. *Звягинцев, Д.Г.* Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
5. *Гаврилюк, В.А.* Ефективність використання нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту / В.А. Гаврилюк, Т.П. Дідковська // Вісник Харківського НАУ. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство». – 2008. – № 4. – С. 49–54.
6. *Меленчук, Т.М.* Шляхи активізації продуктивності системи «Мікроорганізми рослини» / Т.М. Меленчук, М.К. Шерстобоев, Л.М. Татарин / XII з'їзд Товариства мікробіологів України ім. С.М. Виноградського: Тези доповідей 25–30 травня 2009 р., Ужгород / Нац. академія наук України, М–во освіти і науки України [та ін.]; уклад Авдєєва Л.В. [та ін.]. – Ужгород: ВАТ «Патент», 2009. – С. 317.
7. *Маклюк, О.І.* Роль бактерій роду *Bacillus* у формуванні і функціонуванні мікробних ценозів чорнозему опідзоленого: дис... на здобув. канд. біол. наук: 06.00.03 / О.І. Маклюк. – Харків, 2008.– 147 с.
8. Биологическое растениеводство: науч. пособие / О.И. Зинченко [и др.]; под редакцией О.И. Зинченка. – К.: Вища школа, 1996. – 239 с.
9. *Гриценко, В.В.* Семеноведение полевых культур / В.В. Гриценко, З.М. Калошина. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
10. *Смирнов, В.В.* Спорообразующие аэробные бактерии продуценты биологически активных веществ / В.В. Смирнов, С.Р. Резник, И.А. Василевская. – К.: Наукова думка, 1982. – 280 с.
11. *Маклюк, О.І.* Характеристика ізолятів бактерій роду *Bacillus*, що домінують у ризосфері культурних рослин / О.І. Маклюк // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2004. – № 65. – С. 128–132.
12. *Clark, B.L.* Evaluation of *Bacillus* and *Pseudomonas* isolates from Tennessee soil for biological control of take-all / B.L. Clark, R.B. Reeder, B.H. Ownley // *Phytopathology* – 1995. – Vol. 85, № 10. – P. 1191.

## INFLUENCE OF ACTIVE CULTURES OF BACILLI ON THE FORMATION OF THE WINTER RYE AND MAIZE IN THE EARLY STAGES OF ONTOGENESIS

A.A. Tsygichko, E.I. Makluk

### Summary

The article provides data on the application effectiveness of the pure cultures of bacteria *Bacillus* sp. 235 and 523 antagonistic, growth-stimulating and nitrogen-fixing

properties isolated from the microbiocenoses of chernozem podzolized with an organic cropping system. Positive impact of the strains on the growth and development of the winter rye seeds under the early phase of the ontogenesis was observed. It was determined that the inoculation of infected by fungi maize seeds, resulted in, a stimulating effect on the seed germination. Length of roots was higher by 76.5 % with using strain 523, and by 18,4 % under the effect of strain 235 compared with the control.

*Поступила 09.09.14*

УДК 631.86:631:452

## **ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ И МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ**

**О.В. Повх**

*Полесская опытная станция Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», г. Луцк, Украина*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Дерново-подзолистые супесчаные почвы характеризуются однородностью минералогического состава с преобладанием кварца, вследствие чего для них характерны: значительная водопроницаемость почвенного профиля, невысокая буферная способность и бедность почвообразующих пород элементами минерального питания (в частности магнием и кальцием). Такие их характеристики, как слабая поглощающая способность по отношению к обменным катионам, неустойчивая структура почвы и, как следствие, ее склонность к заплыванию, в свою очередь обуславливают их низкую микробиологическую активность. С целью повышения плодородия этих почв и получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур рекомендуется систематическое внесение органических и минеральных удобрений [1].

Внесение традиционных видов органических удобрений в необходимом количестве представляется затруднительным ввиду недостаточно развитого в Украине животноводства (поголовье крупного рогатого скота в 2013 г. составляло лишь 4971,3 тыс. голов в сравнении с 9243 тыс. голов в 2001 г.) [2]. В связи с этим возникает необходимость вовлечения в сельскохозяйственный оборот дополнительных сырьевых ресурсов местного значения (куриный помет, сапропель, солома, торф, отходы промышленности, сидераты и др.), путем изготовления ферментированных удобрений.

Биотермическая ферментация органического сырья имеет ряд преимуществ над обычным компостированием, а именно: менее длительный период приго-