

УДК 631.15:631.461

**А. М. Краєвський**, доктор сільськогосподарських наук

**О. О. Карпенко, О. А. Суслов**, кандидати сільськогосподарських наук

*Луганський Інститут селекції і технологій*

**Т. М. Мельничук, Т. Ю. Пархоменко**, кандидати сільськогосподарських наук

*Південний філіал Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ**

*Показано позитивний вплив біопрепаратів біополіцид, фосфоентерин, хетомік, фітоспорин і перспективних штамів *Bacillus subtilis* 12501,01-2, 01-1 на епофітну мікрофлору, лабораторну і польову схожість насіння кукурудзи, розвиток і продуктивність рослин. Відмічено визначену ефективність взаємодії гібрида кукурудзи – штам мікроорганізму.*

**Ключові слова:** кукурудза, біопрепарат, штам, продуктивність.

Зерно кукурудзи забезпечує тваринницьку галузь якісним та високоенергетичним кормом [1]. Кукурудза високо енергоємна культура й тому питання зменшення витрат енергоресурсів при різних технологіях вирощування є особливо актуальним [2]. Одним з перспективних сучасних напрямів розвитку рослинництва є застосування мікробіологічних препаратів, які є екологічно безпечними та економічно мало затратними [3]. Відомо, що при вирощуванні кукурудзи застосовуються біопрепарати на основі фосфатмобілізуючих мікроорганізмів [4] та препарат на основі штаму ґрунтової бактерії антагоніста *Bacillus subtilis*, який стимулює ріст рослин, індукує стійкість до фітопатогенів та стрес-факторів [5]. Використання біопрепаратів сприяє не тільки підвищенню врожайності, а й поліпшує якість зерна кукурудзи [6].

© Краєвський А.М., Карпенко О.О., Суслов О.А., Мельничук Т.М., Пархоменко Т.Ю., 2006

Метою роботи було вивчення впливу мікроорганізмів з комплексом корисних властивостей на епіфітну мікрофлору насіння, на розвиток рослин, а також на урожайність кукурудзи.

**Матеріали і методи.** Досліджено вплив штамів *Bacillus sp.* 12501, 01-1 та 01-2, отриманих у Південному філіалі Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН (ПФ ІСГМ), на посівні властивості насіння та продуктивність гібридів кукурудзи Луганський 287 МВ, Славутич 162 СВ та Дніпровський 127 МВ. В якості еталону використовували біопрепарат фітоспорин на основі *Bacillus subtilis* D-26 (Інститут мікробіології та вірусології НАНУ), біополіцид на основі *Paenibacillus polymyxa* П (ПФ ІСГМ) та хетомік на основі гриба *Chaetomium cochlioides* (ІСГМ). Всі досліджувані мікроорганізми активні проти фітопатогенних бактерій та грибів. Штами *Bacillus sp.* 12501 і *P. polymyxa* П здатні засвоювати атмосферний азот. У досліджах також був використаний препарат фосфорентерин на основі фосфатмобілізуючої та рістстимулюючої бактерії *Enterobacter nimipressuralis* 32-3 (ПФ ІСГМ УААН).

Кількість епіфітних мікроорганізмів (бактерій та мікроміцетів) на насінні визначали за Мішустініним і Трисвятським [7], лабораторну схожість – згідно ДОСТу [8].

Вплив штамів *B. subtilis* D-26, *P. polymyxa* П, *Bacillus sp.* 01-1, 01-2 на розвиток рослин кукурудзи вивчали у вегетаційному досліді. У субстрат – спучений фракції 2-5 мм, у вермикуліт вносили перед та через 12 діб після посіву повне середовище Прянішнікова по 200 мл на посудину об'ємом 500 мл, повторність – 7 разова, тривалість – 18 діб.

У Луганському Інституті селекції і технологій досліджували дію штамів 12501, 01-1, 01-2, препаратів фітоспорин, хетомік, біополіцид, фосфорентерин на гібриди кукурудзи Луганський 287 МВ, Славутич 162 СВ та Дніпровський 172 МВ в польових дослідях протягом 2003-2005 рр. Інокуляцію проводили у день сівби. Площа облікової ділянки становила у 2003 р. – 19,6 м<sup>2</sup>, у 2004 р. – 49,0 м<sup>2</sup>, у 2005 р. – 10,0 м<sup>2</sup>. Повторність чотириразова. Визначали структурні показники продуктивності та урожайність кукурудзи. Статистичну обробку отриманих даних проводили методом дисперсійного аналізу [9].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Епіфітна мікрофлора насіння є одним з важливих показників якості насіннєвого матеріалу і тому важливо вивчити вплив інокуляції мікроорганізмами на кількість епіфітних бактерій та мікроміцетів. Після інокуляції у варіантах досліді чисельність бактерій підвищувалась на 2-3 порядки в порівнянні з контролем, де кількість бактерій становила 0,80 тис. колонієутворюючих одиниць

(КУО)/г насіння. При використанні *B. subtilis* D-26 кількість бактерій була 60,6 тис. КУО, у варіанті з *Bacillus sp.* 01-1 – 303,2 тис. КУО, із *Bacillus sp.* 01-2 – 245,6 тисяч КУО/ г насіння (табл. 1).

Кількість мікроміцетів у варіантах з інокуляцією штамми *Bacillus sp.* 01-1 і *Bacillus sp.* 01-2 істотно не відрізняється від контрольного варіанта і складає 493, 460 і 347 КУО на 1 г насіння відповідно. При використанні еталонного штаму *B.subtilis* D-26 кількість мікроміцетів істотно знижується в порівнянні до контролю –  $1,53 \times 10^2$  клітин/ г насіння (табл.1).

### 1. Зміни чисельності бактерій та мікроміцетів в епіфітній мікрофлорі насіння кукурудзи гібрида Луганський 287МВ при інокуляції штамми *Bacillus*.

Варіант досліджу	Чисельність епіфітної мікрофлори насіння кукурудзи (КУО/ 1 г)	
	Мікроміцети, $\times 10^2$	Бактерії, $\times 10^3$
Контроль	3,47 $\pm$ 0,47	0,80 $\pm$ 0,12
<i>Bacillus subtilis</i> D-26	1,53 $\pm$ 0,13	60,60 $\pm$ 2,62
<i>Bacillus sp.</i> 01-1	4,93 $\pm$ 1,27	303,20 $\pm$ 20,12
<i>Bacillus sp.</i> 01-2	4,60 $\pm$ 0,72	245,60 $\pm$ 14,84

Визначення наслідків вищезазначених змін в епіфітній мікрофлорі насіння кукурудзи проводили у вегетаційному досліді. Найбільш ефективним виявився штам *Bacillus sp.* 01-1 – висота рослини складала 33,6 см, проти контрольного варіанта – 28,3 см, та варіанта з *B. subtilis* D-26 – 32,0 см. Істотно зростала сира маса надземної частини у варіантах зі штамми *B. subtilis* D-26 і *Bacillus sp.* 01-1, яка перевищувала контроль на 23 та 29% відповідно. У варіантах з іншими штамми спостерігалась лише тенденція до її збільшення. Суха маса надземної частини значно підвищується при використанні штамів *B.subtilis* D-26 і *Bacillus sp.* 01-1, але різниці між штамми не виявлено – вони на 18 і 19 % перевищують контроль. Суха маса кореневої системи при інокуляції насіння штамом *Bacillus sp.* 01-1 та *B.subtilis* D-26 зростає більш, ніж суха маса надземної частини рослин, – вона на 35 % та 27% відповідно перевищує контрольний показник.

Таким чином, інокуляція насіння кукурудзи бактеріями – антагоністами фітопатогенів, позитивно впливає на біометричні показники рослин кукурудзи. Кількість мікроміцетів істотно знижувалась у варіанті з *B.subtilis* D-26, а у варіанті зі штамом *Bacillus sp.* 01-1 істотно не відрізнялась від контролю, але обидва штами істотно покращували розвиток рослин кукурудзи. Отже, неможливо кваліфікувати зниження кількості мікроміцетів в епіфітній мікрофлорі насіння як однозначно позитивну ознаку.

Лабораторна схожість насіння кукурудзи (2004 р.) не змінювалась при обробці вітаваксом (табл. 2). Цей показник для гібрида Луганський 287 МВ істотно підвищували біополіцид та фосфоентерин – на 4% в порівнянні до контролю. Для гібрида Дніпровський 172 МВ кращими були препарати фітоспорин – на 14% більше контролю, біополіцид, фосфоентерин, хетомік – на 13% та штам *Bacillus sp.* 01-2 – на 12% перевищували контроль.

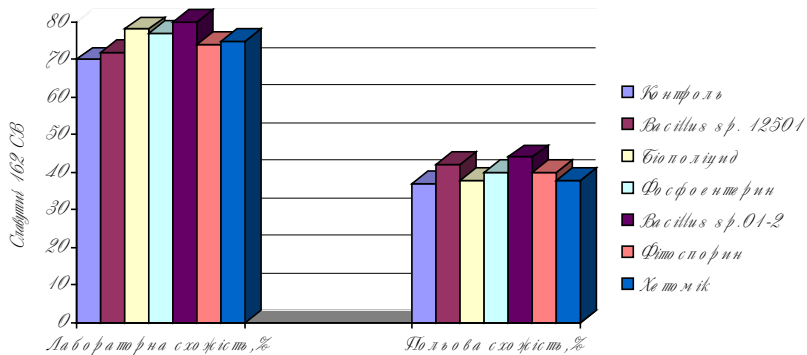
## 2. Лабораторна схожість гібридів кукурудзи Луганський 287 МВ та Дніпровський 172 МВ при інокуляції мікроорганізмами (2004 р.)

Варіант	Лабораторна схожість, %			
	Луганський 287 МВ		Дніпровський 172 МВ	
	середня	% до контролю	середня	% до контролю
Контроль	93	100	83	100
Вітавакс 200	93	100	86	104
Біополіцид	97	104	94	113
Фосфоентерин	97	104	94	113
<i>Bacillus sp.</i> 01-2	93	100	93	112
Фітоспорин	96	103	95	114
Хетомік	96	103	94	113
НІР <sub>05</sub>	3,76		3,58	

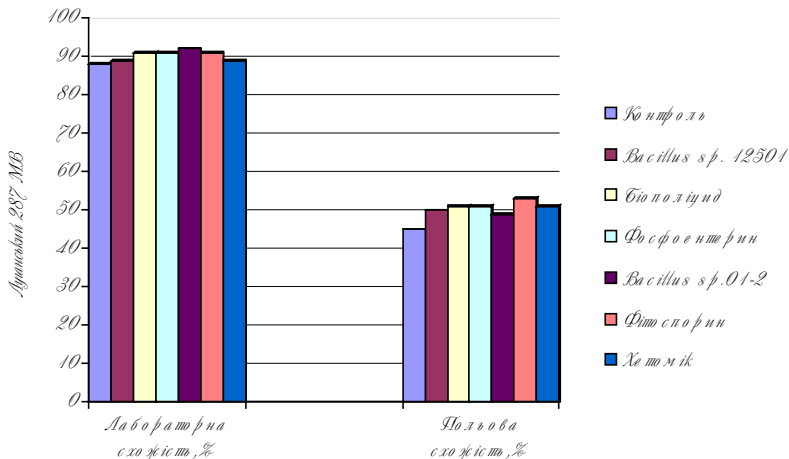
У 2005 році всі досліджувані штами перевищували контрольний варіант для гібрида Славутич 162 СВ, лабораторна схожість якого складала 70%. Істотно підвищували схожість цього гібрида препарат біополіцид та фосфоентерин – на 11%, хетомік – на 7% та штам *Bacillus sp.* 01-2 – на 14% (рис.1).

Для гібрида кукурудзи Луганський 287 МВ лабораторна схожість в контролі була високою – 88%. Істотно підвищили цей показник біополіцид, фосфорентерин, фітоспорин (на 3%) та штам *Bacillus sp.* 01-2 (на 5%) (рис. 2).

Відомо, що визначення лабораторної схожості недостатньо характеризує здатність насіння формувати сходи в природних умовах, що підтверджується нашими даними (рис.1, 2). При інокуляції насіння гібрида Славутич 162 СВ штамами *Bacillus sp.* 12501 та *Bacillus sp.* 01-2 істотно підвищується польова схожість в порівнянні до контролю (рис.1). Гібрид Луганський 287 МВ більш чутливий до інокуляції, істотне підвищення польової схожості спостерігалось при використанні всіх мікроорганізмів, крім штаму *Bacillus sp.* 01-2 (рис.2).



**Рис. 1.** Вплив інокуляції мікроорганізмами на лабораторну та польову схожість кукурудзи гібрида Славутич 162 СВ (досліди 2005 року).



**Рис. 2.** Вплив інокуляції мікроорганізмами на лабораторну та польову схожість кукурудзи гібрида Луганський 287 МВ (досліди 2005 року).

У польових дослідях 2003–2005 рр. показано, що біопрепарати здатні підвищувати урожайність кукурудзи. Випробування препаратів та нових штамів на гібриді Луганський 287 МВ у 2003 році показало зростання висоти рослин – біополіцид – 194,6 см (у контролі – 186,7); маси качана – *Bacillus sp.* 12501 – 255,7 г, фосфоентерин – 257,6 г та хетомік – 268,2 г (контроль – 230,0 г); маси тисячі насінин – *Bacillus sp.* 12501 – 423,2 г, біополіцид – 414,3 г, фосфоентерин – 416,7г, *Bacillus sp.* 01-1 – 414,6, фітоспорин – 416,1 г, хетомік – 433,4 г (контроль – 385,8 г); урожайності зерна – *Bacillus sp.* 12501 – 65,3 ц/га, фосфорентерин – 66,9 ц/га, *Bacillus sp.* 01-1 – 62,0 ц/га, *Bacillus sp.* 01-2 – 66,3 ц/га, фітоспорин – 62,9 ц/га (контроль – 56,3 ц/га). У 2004 році прибавку врожаю отримано тільки при використанні фосфоентерину – на 4,6 ц/га, а у 2005 – у варіанті з *Bacillus sp.* 12501 – 43,8 ц/га (контроль – 37,1 ц/га). Для гібрида Дніпровський 172 МВ у 2003 році зареєстровано підвищення врожаю зерна у варіантах з біополіцидом – до 60,5 ц/га, фосфоентерином – до 60,1 ц/га та *Bacillus sp.* 01-1 – до 60,2 ц/га (контроль – 50,1 ц/га). У цих варіантах підвищувалась висота рослин – 188,7; 189,3; 186,1 см відповідно (контроль – 180,9 см); маса качанів – 248,3 г (біополіцид), 244,7г (*Bacillus sp.* 01-1) в порівнянні до 214,6 г (контроль); маса зерна – 194,0 г (біополіцид); 181,8 г (фосфоентерин), 191,8 г (*Bacillus sp.* 01-1) порівняно з 171,3 г у контролі. В дослідях 2004 року істотне підвищення урожайності було при використанні фосфоентерину – до 36,7 ц/га, *Bacillus sp.* 01-2 – 38,0 ц/га, тоді як у контролі вона становила 28,0 ц/га, а у варіанті з еталомом фітоспорином – 28,7 ц/га. Для гібрида Славутич 162 СВ у 2005 році зростання урожаю зерна спостерігалось у варіантах з використанням *Bacillus sp.* 12501 – 36,9 ц/га, фосфоентерину – 38,0 ц/га, хетоміку – 37,5 ц/га проти 30,7 ц/га у контролі та 30,2 ц/га з фітоспорином.

Отже, використання фосфатмобілізуючих, рістстимулюючих, азотфіксуєючих мікроорганізмів та мікроорганізмів – антагоністів фітопатогенів сприяють кращому розвитку рослин кукурудзи і підвищенню урожаю зерна.

**Висновки.** 1. Збільшення чисельності агрономічно корисних бактерій в епіфітній мікрофлорі насіння за рахунок передпосівної інокуляції сприяє кращому розвитку рослин кукурудзи, покращує лабораторну та польову схожість інокульованого насіння від 4 до 14%.

2. На перших етапах розвитку під впливом штамів *Bacillus sp.* 01-1 та *B. subtilis* D-26 істотно зростає висота рослин (на 5,3 та 3,7 см відповідно); сира маса (на 29 та 23 %) і суха маса (на 19 і 18% відповідно) надземної

частини та, особливо, суха маса кореневої системи (на 35 та 27% відповідно) в порівнянні до контролю.

3. У польових дослідах показано, що біопрепарати підвищують урожайність різних гібридів кукурудзи до 18 % причому спостерігається деяка залежність ефективності штамів від гібрида, а також від погодних умов. Наприклад, для гібрида Луганський 287 МВ середньому за три роки при використанні штаму *B. subtilis* D-26 урожайність була вищою на 3,2 ц/га, у варіанті з використанням штаму *Bacillus sp.* 01-2 – на 1,8 ц/га., порівняно з контролем, де одержано – 40,4 ц/га.

### Бібліографічний список.

1. Томашевский Д. М. Кукуруза. – К.: Урожай. – 1970. – 337 с.
2. Михайленко І.В., Жуйко Г.С., Лавриненко Ю.О. Економічне обґрунтування виробництва кукурудзи у Південному степу України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні. Інститут зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2002. – 123 с.
3. Патица В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. – К.: Урожай, 1993. – 176 с.
4. Ситник С.А. Ефективність застосування фосформобілізуючих біопрепаратів на кукурудзі в умовах Полісся. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні. Інститут зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2002. – 123 с.
5. Kilian M., Raupach G. *Bacillus subtilis* als Pflanzenstarkungsmittel im Gemusebau // *Gemuse*. – 1999. – Jg 35, № 3.– S.160-163.
6. Патица В.П., Токмакова Л.М. Пошук мікроорганізмів для поліпшення фосфорного живлення рослин // Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН, № 6. – 2000. – С. 56-57.
7. Мишустин Е.Н., Трисвятский Л.А. Микробы и зерно. – М.:Изд-во АН СССР, 1963. – С. 39-43
8. ГОСТ – СССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. Часть 2. Изд-е официальное. – М. – 1991.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985.