

## АГРОФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОБОРУ СТРЕС-ТОЛЕРАНТНИХ СЕЛЕКЦІЙНИХ ФОРМ КУКУРУДЗИ

*Г. Л. Філіпов, доктор біологічних наук;*

*В. Ю. Черчель, кандидат сільськогосподарських наук;*

*М. В. Вишневський, Л. О. Максимова, кандидати біологічних наук*

*Інститут сільського господарства степової зони НААН України*

*Розглянуті питання розширення напрямків добору вихідного селекційного матеріалу кукурудзи, зокрема на стійкість до загущення посівів. Запропонований вдосконалений метод добору стрес-толерантних форм в умовах обмеженої площі живлення. Отримані результати підтверджують перспективність досліджень в напрямку розробки фізіологічних методів добору селекційного матеріалу на стійкість до загущення посівів.*

**Ключові слова:** кукурудза, вихідний матеріал, методи добору, стійкість до загущення.

В сучасних умовах головним чинником біологізації рослинництва стає генетичний потенціал гібридів. За рахунок інтенсивних сортів в свій час була здійснена так звана “зелена революція”, але й зараз є реальна можливість значно підвищити урожайність кукурудзи завдяки розробці нових методів в області селекції, фізіології рослин, біотехнології та одержанню донорів стійкості шляхом широкого застосування інфекційних фонів. Як результат – селекціонерами створено значний генофонд стійкості до хвороб і шкідників, холоду, жару, посухи та загущення посівів. Використання цього матеріалу в практичній селекції сприятиме створенню нових гібридів з комплексною стійкістю не тільки до шкідників та хвороб, але й до несприятливих кліматичних умов. Розширення площ під стійкими гібридами, можливо, призведе до скорочення обсягів використання хімічних препаратів для обробки посівів.

Головними параметрами посіву, які визначають реалізацію потенціалу кожного гібрида, є оптимальна густина стояння рослин і залежна від неї структура та ефективність діяльності фотосинтетичного апарату, кількість репродуктивних елементів. Подальший ріст врожайності культури можливо очікувати за рахунок збільшення фотосинтетичного потенціалу (ФП) посіву шляхом загущення до 70–80 тис. рослин на 1 га. Проте для цього посіви повинні мати оптимальну архітектуру, що забезпечить їм добру провітрюваність і освітленість, а рослинам – рівномірний доступ до поживних речовин та енергетичних джерел – фотосинтетично активної радіації (ФАР).

Тому одним із актуальних завдань фізіології кукурудзи є розвиток теорії стійкості до загущення посівів. Справжнім індексом стійкості можуть слугувати такі показники, як висока фертильність рослин при загущенні, сходинкова структура посіву, звужені міжряддя, напівверетоїдне розташування листків, високий  $K_{\text{госп}}$ , відсутність інтервалу між фазами цвітіння волоті і качана, підвищене співвідношення хлорофілів [1].

Якщо раніше при помірній густоті стояння (25–30 тис. рослин/га) і достатній площі живлення для кожної рослини не мало значення, якою буде відібрана високопродуктивна селекційна форма: сильноконкурентною або слабоконкурентною, то зараз у зв'язку з впровадженням більш загущених посівів (до 50–60 тис. рослин/га) і вирощуванням переважно скоростиглих гібридів безперечно перевагу треба надавати стрес-толерантним зразкам. Останні модифікації всередині генотипу відзначаються адаптивністю до обмеженої площі живлення, невимогливістю до родючості ґрунту, відсутністю конкуренції за вологу і запаси поживних речовин. До того ж, вважається, що в процесі селекції відбираються менш аллопатично активні форми [2, 3].

Проте такий перехід був неможливим без розробки відповідного методу виявлення таких модифікацій в середині генотипу. Для створення гібридів, стійких до загущення, необхідним є добір відповідного вихідного селекційного матеріалу за конкурентною здатністю всього організму при обмеженій площі живлення та вологозабезпеченості. Однак на-

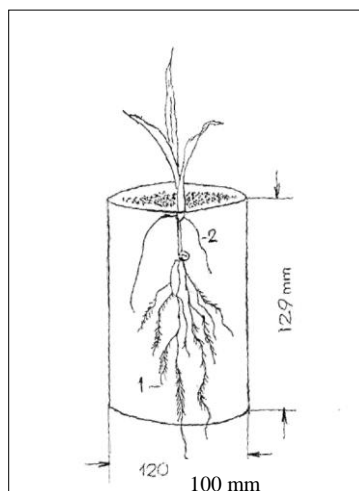
явні методи оцінки на стійкість до загушення за оптичними властивостями надземної частини рослини, які базуються на визначенні вмісту хлорофілу в листках та фотохімічної активності хлоропластів [4; 5], не повністю характеризують конкурентну здатність усього рослинного організму, і зокрема кореневої системи, в ценозі.

Розроблений в Інституті зернового господарства степової зони метод добору селекційних форм кукурудзи на стійкість до загушення [6] дає можливість виявити в середині популяції слабokonкурентні форми, які зберегли природну, властиву диким прародичам, здатність до ефективного існування в багатокомпонентному загущеному біоценозі. Пізніше він був модифікований в лабораторії фізіології з метою зменшення трудомісткості [7]. Суть методу полягає в наступному: після глибокої культивації або фрезування на глибину 15 см в ґрунт перед сівбою занурюють пластикові циліндри діаметром 100 мм і висотою 129 мм; у такому циліндрі площа живлення однієї рослини зменшена в 17 разів (82 см<sup>2</sup> проти 1400 см<sup>2</sup> у відкритому посіві) при густоті стояння 70 тис. рослин/га.

Щоб виключити конкуренцію між рослинами за воду і поживні речовини, в кожному циліндрі висаджуємо по одній насінні. Повторність – 10–12 циліндрів на кожен сортозразок. У циліндрі зростає одна рослина. Всі висаджені рослини підлягають самозапиленню і дорощуванню до повної стиглості зерна. Таким чином ми полегшуємо виділення генотипів, кращих за своєю спадковістю. В середині кожної популяції, висіяної на провокаційному фоні, за фенотипом доцільно відбирати окремі рослини, які виявляють високу генетичну цінність.

Здавалось б, між рослинами, зростаючими на сильно обмеженій площі живлення, до переходу на самостійне автотрофне живлення за рахунок фотосинтезу (фаза 3-х листків, III етап органогенезу) і достатньо забезпеченими батьківськими поживними речовинами, що містяться в самому насінні, і рослинами вирощеними у звичайних умовах не повинно бути помітної різниці за розвитком. До того ж, зародкова коренева система таких рослин перебуває в обмежених умовах всього 7–10 діб (до фази 3-го листка), після чого центральний зародковий корінь проникає за межі циліндра (рис.). Проте реакція різних селекційних форм на ізоляцію від сусідніх рослин навіть в такий ранній період розвитку відчутна. Особливо затримують свій початковий ріст і розвиток рослини в умовах циліндра без дна, який виключає проникнення кореневої системи за межі своєї площі живлення, до популяції, де переважають сильноконкурентні форми (конкуренти) з високою агресивністю.

З метою подальшого доопрацювання оригінального методу добору селекційних форм на стійкість до загушення посіву в 2008–2009 рр. був проведений методичний дослід з трьома звуженими популяціями кукурудзи – ДН 270, ДК 237-5 та ДК 237-10-1 – у пластикових циліндрах без дна та паралельно у відкритому ґрунті при загущенні до 70 тис. рослин/га (табл. 1).



**Рис. Розвиток кореневої системи рослини кукурудзи в фазі 3-х листків:  
1 – зародковий корінь, 2 – вузловий корінь.**

При порівнянні продуктивності рослин, неоднакових за генетичним походженням, звертає на себе увагу різна початкова конкурентна здатність цих зразків. Так, ДК 237-10-1 виявилась сильно конкурентною (агресивною) формою. Її реакція на обмеження площі живлення була дуже сильною, що проявляється в різкому зниженні продуктивності в циліндрах порівняно з аналогом у відкритому ґрунті.

ДН 270 і ДК 237-5 можуть бути віднесені до стрес-толерантних форм (слабоконкурентних) за відносною стійкістю до загушення і нормою морфобіологічних реакцій. Ці генотипи можливо використовувати при створенні стійких до загушення гібридів.

**1. Порівняльна продуктивність рослин різних популяцій кукурудзи при обмеженій площі живлення (2008–2009 рр.)**

| Площа живлення, см <sup>2</sup>  | Рік  | Надземна маса, г | В т. ч. маса зерна |                         | Висота, см |
|----------------------------------|------|------------------|--------------------|-------------------------|------------|
|                                  |      |                  | г                  | коефіцієнт стабільності |            |
| ДК 237-5                         |      |                  |                    |                         |            |
| Циліндри, 82                     | 2008 | 90,4             | 38,7               | 3,7                     | 169        |
| Стандарт (відкритий ґрунт), 1400 |      | 115,0            | 45,7               | 5,7                     | 171        |
| Циліндри, 82                     | 2009 | 76,5             | 24,3               | 3,7                     | 130        |
| Стандарт (відкритий ґрунт), 1400 |      | 79,4             | 33,1               | 3,4                     | 132        |
| ДК 237-10-1                      |      |                  |                    |                         |            |
| Циліндри, 82                     | 2008 | 81,3             | 10,9               | 99,0                    | 184        |
| Стандарт, 1400                   |      | 115,4            | 19,0               | 156,0                   | 205        |
| Циліндри, 82                     | 2009 | 53,0             | 8,0                | 5,1                     | 136        |
| Стандарт, 1400                   |      | 89,1             | 28,4               | 16,1                    | 155        |
| ДН 270                           |      |                  |                    |                         |            |
| Циліндри, 82                     | 2008 | 162,8            | 51,0               | 7,2                     | 206        |
| Стандарт, 1400                   |      | 201,2            | 75,9               | 8,7                     | 210        |
| Циліндри, 82                     | 2009 | 129,4            | 50,7               | 3,4                     | 157        |
| Стандарт, 1400                   |      | 139,7            | 48,0               | 2,4                     | 156        |

**2. Урожайність зерна відібраних за конкурентною здатністю селекційних форм кукурудзи в загущеному посіві**

| Форма             | Урожайність зерна, т/га |         | Приріст врожаю проти аналога, т/га |         |
|-------------------|-------------------------|---------|------------------------------------|---------|
|                   | 2010 р.                 | 2011 р. | 2010 р.                            | 2011 р. |
| ДК 237-5          |                         |         |                                    |         |
| Аналог            | 2,37                    | 4,58    |                                    |         |
| Сильноконкурентна | 2,21                    | 4,10    | -0,16                              | -0,48*  |
| Стрес-толерантна  | 2,58                    | 4,90    | +0,21*                             | +0,32*  |
| НІР <sub>05</sub> | 0,17                    | 0,18    |                                    |         |
| Р, %              | 0,82                    | 0,80    |                                    |         |
| ДК 237-10-1       |                         |         |                                    |         |
| Аналог            | 2,56                    | 4,07    |                                    |         |
| Сильноконкурентна | 2,47                    | 3,85    | -0,09                              | -0,22*  |
| Стрес-толерантна  | 2,65                    | 4,49    | +0,09                              | +0,42*  |
| НІР <sub>05</sub> | 0,19                    | 0,21    |                                    |         |
| Р, %              | 0,97                    | 0,94    |                                    |         |
| ДН 270            |                         |         |                                    |         |
| Аналог            | 2,51                    | 4,14    |                                    |         |
| Сильноконкурентна | 2,52                    | 3,90    | +0,01                              | -0,24*  |
| Стрес-толерантна  | 3,62                    | 4,48    | +1,10*                             | +0,34*  |
| НІР <sub>05</sub> | 0,22                    | 0,24    |                                    |         |
| Р, %              | 1,04                    | 1,12    |                                    |         |

\* Різниця зі стандартом достовірна.

Дійсно, при багаторазовому обмеженні площі живлення порівняно зі своїми ана-

логами вказані популяції значно менше знижують свою продуктивність, відзначаються кращими коефіцієнтами стабільності. Причому, якщо звуженим популяціям достатньо було одного сезону добору, щоб досягти майже рівних з аналогами показників продуктивності і коефіцієнта стабільності, то для популяції ДК 237-10-1 і двох років було недостатньо. Тим більше, ми вважаємо, що відібрані всередині цього генотипу модифікації на такому провокаційному фоні будуть винятково цінними при селекції гібридів, стійких до загушення посівів.

Протягом наступних двох років (2010–2011) була проведена експериментальна перевірка ефективності добору стрес-толерантних форм у відкритому загущеному посіві.

У результаті проведених випробувань було однозначно доведено (табл. 2), що стрес-толерантні форми, ідентифіковані всередині двох досліджених популяцій (ДК 237-5 і ДН 270) за рахунок удосконаленого нами методу, суттєво перевищують не тільки аналоги, але й сильно конкурентні форми, які відібрані в умовах відкритого ґрунту, за урожайністю зерна в обидва роки досліджень. У третьої селекційної форми ДК 237-10-1, яка з самого початку виявилася сильноконкурентною, стрес-толерантні зразки суттєво перевищували лише сильноконкурентні форми, а від аналога достовірно відрізнялися тільки в 2011 р.

Отримані результати переконливо свідчать про перспективність подальшого розвитку досліджень в новому напрямку селекції гібридів, стійких до подальшого загушення посівів.

**Висновки.** Показана висока ефективність вдосконаленого методу оцінки та добору вихідного селекційного матеріалу кукурудзи на стійкість до загушення.

Підтверджена можливість добору стрес-толерантних форм в циліндрах без дна з обмеженою площею живлення.

### Бібліографічний список

1. *Філіпов Г. Л.* Аспекти підвищення адаптивної стійкості кукурудзи в Степу / *Г. Л. Філіпов* // *Хранение и переработка зерна.* – Дніпропетровськ, 2010. – № 10. – С. 21–23.
2. *Головко Э. А.* Микроорганизмы в аллелопатии высших растений / *Э. А. Головко.* – К.: Наук. думка, 1984. – 199 с.
3. *Жунгиету Г. И.* Химическая экология высших растений / *Г. И. Жунгиету, И. И. Жунгиету.* – Кишинев: Штиинца, 1991. – 200 с.
4. А. с. 791327 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 01 G 7/00. Способ оценки теневыносливости сельскохозяйственных растений / *М. И. Зеленский* (СССР). – № 3542843; заявл. 15.06.78; опубл. 21.10.79, Бюл. № 21.
5. А. с. 1055418 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 01 G 7/00. Способ отбора устойчивых к загущению растений / *Г. Л. Филиппов, Н. В. Вишневский* (СССР). – № 3479646; заявл. 31.05.82; опубл. 23.11.83, Бюл. № 43.
6. А. с. 1423069 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 01 Н 1/04. Способ отбора селекционных форм кукурузы на устойчивость к загущению / *Г. Л. Филиппов, Н. В. Вишневский, В. А. Губенко* (СССР). – № 4149115; заявл. 19.11.86.; опубл. 15.09.88, № Бюл. № 34.
7. Методичні рекомендації з діагностики та добору селекційного матеріалу кукурудзи на адаптивну стійкість / *Б. В. Дзюбецький, А. В. Черенков, Г. Л. Філіпов, В. Ю. Черчель* [та ін.]. – Дніпропетровськ: Ін-т зерн. госп-ва НААН України, 2011. – 19 с.