



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26531 (13) U
(51) МПК (2006)
A01C 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПОСИЛЕННЯ СОЛЕСТІЙКОСТІ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ЇЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТАХ

1

2

(21) u200705518

(22) 21.05.2007

(24) 25.09.2007

(46) 25.09.2007, Бюл. № 15, 2007 р.

(72) Палладіна Тетяна Олександрівна, Куриленко
Ірина Миколаївна, Чижикова Олена Анатоліївна

(73) Палладіна Тетяна Олександрівна

(57) Спосіб посилення солестійкості кукурудзи для
її вирощування на засолених ґрунтах, що включає
обробку кукурудзи біологічно активною речовиною,

який відрізняється тим, що виконують передпосі-
вне замочування насіння у водному розчині біоло-
гічно активної речовини - натрієвої солі 6-метил-2-
меркапто-4-гідроксипіримідину з концентрацією 10^{-7} ... 10^{-4} М протягом 12-24 годин та обприскування
рослин на початку фази викидання ними волоті
водним розчином натрієвої солі 6-метил-2-
меркапто-4-гідроксипіримідину з концентрацією
 10^{-7} ... 10^{-4} М

Пропонована корисна модель відноситься до
сільського господарства і може бути використана
для посилення солестійкості кукурудзи для вирощування її на зерно на засолених та солонцюватих ґрунтах.

Глобальні зміни клімату, які відбуваються останнім часом, занепокоюють людство, викликаючи посилену увагу, зокрема, до проблеми сільського господарства за стресових умов довкілля. Серед негативних факторів, вплив яких посилюється у зв'язку з потеплінням, провідне місце займають посуха й засолення ґрунтів, яке швидко розповсюджується, особливо на зрошуваних полях, щорічно виводячи з обігу великі масиви орних площ. Прогнозується, що до середини століття від них у світі збережеться лише половина, причому їх врожайність скоротиться вдвічі [1]. В Україні засолені й солонцюваті ґрунти зосереджені в південно-східному регіоні, де їх частка станом на початок 2006 року складала 40%, що негативно позначається на продуктивності у ньому сільськогосподарського виробництва.

За світовими нормами засоленими вважаються ґрунти, якщо електропровідність їх водного екстракту складає більше, ніж 4 dS m^{-1} , що дорівнює 40 мМ NaCl [2]. Придатність таких ґрунтів для сільськогосподарського використання залежить від їх водно-сольового режиму та іонного складу, в якому найбільш небезпечним елементом є Na^+ через його токсичність для рослинних організмів. Лише окремі види рослин пристосувалися до

існування в засоленому середовищі за допомогою різних способів запобігання накопиченню іонів, зокрема Na^+ , в цитоплазмі клітин, особливо, що позначаються активним метаболізмом [3].

Боротьба із засоленням шляхом вдосконалення меліоративних заходів, таких, як «промивання» зрошуваних ґрунтів, виявилася недостатньою для нормалізації їх іонного складу, і тому сподівання пов'язують із посиленням солестійкості рослин. Проте методи класичної селекції виявилися непридатними для створення солестійких сортів, оскільки переважна більшість рослин мало різняться за цією ознакою в межах виду і навіть родини. Застосування методу клітинної селекції не дало сталих результатів, оскільки солестійкість окремої клітини не гарантує збереження її в цілому організмі протягом онтогенезу [4].

На теперішній час великі зусилля спрямовуються на радикальне вирішення проблеми солестійкості методами біоінженерії у вигляді створення солестійких трансгенних форм основних сільськогосподарських культур [5], [1]. Проте ця робота поки що далека від завершення, оскільки одержані позитивні результати стосуються переважно поліпшення ростових показників, тоді як тільки врожай є головним критерієм успіху й підставою для практичного впровадження біотехнології [4]. Крім того, перспективність цього напрямку обмежується через упередженість європейців щодо вживання трансгенних харчових продуктів, чия безпечність остаточно не доведена

(13) U

(11) 26531

(19) UA

[6]. До того ж, досягнення сталої солестійкості потребує перенесення кількох генів, що зумовить досить високу вартість насіння, яке доводиться постійно оновлювати, що зробить його використання нерентабельним для фермерів з бідних країн, де розповсюджене засолення ґрунтів [7]. Тому одночасно із зусиллями у напрямку створення повністю солестійких рослин продовжується розробка агрозаходів, спрямованих на посилення солестійкості існуючих сортів. До них належать обробка насіння або проростків сублетальними концентраціями розчинів солі [8], а також застосування фітогормонів [9]. В Україні запропоновано спосіб підвищення накопичення біомаси кукурудзи на засолених ґрунтах за допомогою синтетичного фітогормону 6-бензоамінопурину (БАП) препарату Івін [11], а також продуктів термофільного метанового бродиння, які є відходами спиртової промисловості [10]. Проте їх позитивний ефект був прослідкований лише в період вегетативного росту на молодих рослинах, які вирощували в ящиках з ґрунтом у присутності 0,1 М NaCl, причому результати, що були одержані на різних сортах і гібридах значно коливались.

Найбільш близьким до пропонованого за технічною суттю є спосіб посилення солестійкості кукурудзи для її вирощування на засолених ґрунтах, що містить обробку кукурудзи біологічно активною речовиною [11]. У згаданому способі як біологічно активну речовину застосовують N-оксид 2,6-диметилпіридину (торгова назва Івін), водним розчином якого обприскують рослини на фазі двох справжніх листків.

Недоліком описаного способу є те, що він практично не забезпечує посилення солестійкості кукурудзи протягом усієї вегетації, яке необхідне для вирощування її на зерно на засолених ґрунтах.

В основу пропонованої корисної моделі поставлено задачу створення такого способу посилення солестійкості кукурудзи, який би дозволив посилити солестійкість кукурудзи протягом усієї вегетації для вирощування її на зерно саме на засолених ґрунтах та збільшити її врожайність на солонцюватих ґрунтах.

Поставлена задача вирішується пропонованим способом, який, як і відомий спосіб посилення солестійкості кукурудзи для її вирощування на засолених ґрунтах, що містить обробку кукурудзи біологічно активною речовиною, а, відповідно до винаходу, виконують передпосівне замочування насіння у водному розчині біологічно активної речовини - натрієвої солі 6-метил-2-меркапто-4-гідроксилпіримідину з концентрацією 10^{-7} ... 10^{-4} М протягом 12...24 годин та обприскування рослин на початку фази викидання ними волоті водним розчином натрієвої солі 6-метил-2- меркапто-4-гідроксилпіримідину з концентрацією 10^{-7} ... 10^{-4} М, що дозволяє вирощувати кукурудзу на зерно на засолених ґрунтах.

Пропонований спосіб базується на створенні умов для посилення солестійкості кукурудзи шляхом використання біологічно активних сполук протягом усієї вегетації рослин кукурудзи, що дозволяє вирощувати її на засолених ґрунтах на

зерно та силос, кормова цінність якого підвищується за присутності в ньому качанів.

Авторами експериментальне визначені речовина і оптимальні технологічні режими її застосування, що дозволяють посилити солестійкість кукурудзи для вирощування її на зерно на засолених ґрунтах. Такою речовиною виявилась натрієва сіль 6-метил-2-меркапто-4-гідроксилпіримідин. Згадана речовина має торгову назву - "Метіур". Він захищений патентом на винахід Російської Федерації № 2116727 від 10.08.1998 р. як регулятор росту рослин, призначений для підвищення ефективності нітроген-місткого добрива, що застосовують у вигляді добавки у кількості 1-100 г на тону добрив [12].

При концентраціях водного розчину Метіуру вищих за 10^{-4} М ефективність способу за умов засолення зменшується через послаблення захисної дії препарату, оскільки виживає менша кількість рослин, хоча його ріст-стимулююча дія при відсутності засолення зберігається. При концентраціях згаданого розчину менших за 10^{-7} М захисна дія препарату також виявляється недостатньою, через що також виживає менша кількість рослин. Замочування насіння для вирощування кукурудзи на зерно на засолених ґрунтах, що виконують у згаданому водному розчині терміном меншим ніж 12 годин, не гарантує позитивного результату, а збільшення часу замочування за 24 години - не підвищує ефективності пропонованого способу і може погіршити проростання насіння.

Суть пропонованої корисної моделі пояснюється додатковими матеріалами - фотографіями.

На фото 1 - на надземних частинах рослин у вегетаційному досліді показано вплив різного рівня засолення та обробки Метіуром на ріст надземної частини одномісячних рослин кукурудзи (2006 рік). При цьому:

1. Контроль
2. 0,05 М NaCl
3. 0,1 М NaCl
4. 0,05 М NaCl+Метіур (намочування насіння)
5. 0,1 М NaCl+Метіур (намочування насіння).

На фото 2 - показано вплив різного рівня засолення та обробки Метіуром на ріст коренів одномісячних рослин кукурудзи (2006 рік). При цьому:

1. Контроль
2. 0,05 М NaCl
3. 0,1 М NaCl
4. 0,05 М NaCl+Метіур (намочування насіння)
5. 0,1 М NaCl+Метіур (намочування насіння).

На фото 3 - показано вплив різного рівня засолення та обробки Метіуром на ріст надземної частини двохмісячних рослин кукурудзи (2006 рік). При цьому:

1. Контроль
2. 0,05 М NaCl
3. 0,05 М NaCl+Метіур (намочування насіння)
4. 0,05 М NaCl+Метіур (намочування насіння + додаткове обприскування рослин Метіуром).

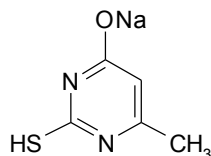
На фото 4 - показано вплив різного рівня засолення та обробки Метіуром на ріст надземної

частини двохмісячних рослин кукурудзи (2006 рік). При цьому:

1. Контроль
2. 0, M NaCl
3. 0,1 M NaCl+Метіур (намочування насіння)
4. 0,1 M NaCl+Метіур (намочування насіння + додаткове обприскування рослин Метіуром).

На фото 5 - показано вплив різного рівня засолення та обробки Метіуром на ріст надземної частини рослин кукурудзи наприкінці вегетації (2006 рік). При цьому:

1. Контроль



натрієва сіль 6-метил-2-меркапто-гідроксипіримідину
Метіур

Препарат Метіур - являє собою натрієву сіль 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипіримідину. Він був синтезований в Інституті біоорганічної хімії Національної Академії Наук України групою у складі к.б.н. Приказчикової Л.П. та ін. і кваліфікований на підставі скрінінгу як регулятор росту рослин стимулюючої дії. Препарат Метіур є малотоксичним, маючи встановлену на білих мишах ЛД₅₀ більшу за 4000, а також досить дешевим через низьку вартість виготовлення. На підставі держвипробувань, проведених у 1988-1990 рр. він одержав реєстрацію в СРСР у 1991 р. і був включений до «Списку хімічних і біологічних способів боротьби з хворобами рослин і регуляторів росту рослин, дозволених для застосування в сільському господарстві на 1991-1996 рр.». У всіх наших дослідів ефект Метіуру порівнювався з ефектом іншого стимулятора росту рослин, яким було обрано препарат Івін, що являє N-оксид 2,6-диметилпіридину. Виходячи з хімічної будови цих сполук, вони можуть виявляти антиоксидантну активність, наявність якої була підтверджена в дослідів *in vitro*, причому Метіур додатково виявив також антирадикальну активність.

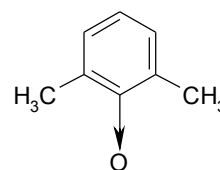
Вплив Івіну на рослини був предметом різних досліджень [13], тоді як ефект Метіуру, окрім авторів корисної моделі вивчався лише однією групою [14, 15], в роботах якої порівнювалася дія обох препаратів. При цьому автори цих публікацій називають їх «синтетичними замінниками фітогормонів», що, на думку авторів корисної моделі, не є вірним. За результатами, одержаними на коренях проростків кукурудзи, Метіур не замінює фітогормони стимулюючої дії, але впливає на співвідношення ендогенних фітогормонів у тканинах, зменшуючи вміст абсцизової кислоти й збільшуючи вміст ауксину. У цій публікації автори пропонуваної корисної моделі також з'ясували залежність ростового ефекту Метіуру від наявності бічних груп в його молекулі [16].

На підставі подальших лабораторних досліджень автори прийшли до висновку, що пози-

2. 0,05 M NaCl
3. 0,1 M NaCl
4. 0,05 M NaCl+Метіур (намочування насіння)
5. 0,05 M NaCl+Метіур (намочування насіння + додаткове обприскування рослин Метіуром).
6. 0,1 M NaCl+Метіур (намочування насіння)
7. 0,1 M NaCl+Метіур (намочування насіння + додаткове обприскування рослин Метіуром).

Приклад. Досліджували вплив на посилення солестійкості кукурудзи шляхом використання біологічно активних речовин - Метіуру та Івіну.

Синтетичні біологічноактивні препарати



N-оксид 2,4-диметил піридин
Івін

тивний ефект обробки насіння цими препаратами на ріст проростків великою мірою зумовлений недопущенням інтенсифікації в їх тканинах процесів пероксидного окиснення, завдяки активізації ендогенної системи антиоксидантного захисту, причому, вплив на неї Метіуру є більш тривалим, ніж Івіну [17]. Дуже низька концентрація, в якій препарати послаблюють пероксидне окиснення, вказує, що їх антиоксидантний ефект, так само як і вплив на гормональну систему, зумовлений не лише їх власними антиоксидантними властивостями, але опосередковується на генному рівні.

Рослинний об'єкт

Об'єктом досліджень було обрано кукурудзу, яка є другим за значенням після пшениці злаком у регіонах із спекотним кліматом, проте відзначається більшою в 3,6 рази солечутливістю. Поріг солечутливості для кукурудзи дорівнює усього 1,7 dS m⁻¹, тобто приблизно 17мМ NaCl, тоді як зниження врожаю на кожні 10мМ солі складає 12% [2]. Таким чином, застосована авторами концентрація 0,1 M NaCl є для кукурудзи позакритичною, що не дозволяє формувати качани.

Обробка препаратами

Обидва препарати використовували у вигляді водних розчинів у концентрації 10⁻⁷М, яку було попередньо визначено у лабораторних дослідів як оптимальну для виявлення захисної дії і далі підтверджено у вегетаційному досліді. Обробку насіння препаратами здійснювали шляхом передпосівного замочування насіння в їх водних розчинах протягом доби. Крім того, у вегетаційних і польових дослідів було також застосовано повторну обробку рослин шляхом обприскування на початку фази викиду волоті. Автори виходили з того, що чутливість рослин змінюється протягом вегетації, виявляючи два «піки». Рослини відзначаються високою чутливістю на початку розвитку, причому в проростків сорго було виявлено так звані «онтогенетичні вікна», коли обробка розчинами NaCl або гормонами найбільшою мірою сприяла їх сольовій адаптації [9]. Другий період

підвищеної чутливості рослин припадає на перехід до формування генеративних органів, через що саме тоді рекомендується їх підживлювати [18]. Слід також враховувати, що за умов засолення в тканинах відбувається накопичення іонів, зокрема Na^+ , через що токсичний ефект поступово посилюється, стаючи особливо помітним в рослинах після місячного віку [19].

Лабораторні дослідження

Дослідження впливу Метіуру й Івіну на ростові показники на ранніх фазах здійснювали на проростках гібриду Колективний 225 МВ, які вирощували у водній культурі на живильному середовищі Хогленда. Обробку препаратами проводили шляхом добового намочування насіння у водних 10^{-7}M розчинах препаратів. Проростки в тижневому віці переносили на свіже середовище Хогленда, яке містило $0,1\text{ M NaCl}$, й експонували на ньому від однієї до десяти діб.

Негативний вплив $0,1\text{M NaCl}$ спостерігався вже після добової експозиції на солі, посилюючись при її подовженні до 10 діб, причому гальмування росту їх надземної частини було сильнішим, ніж коренів (Таблиця 1).

Запобіжний ефект Метіуру на ростові показники при добовій сольовій експозиції виявлявся переважно у коренях, а Івіну в надземній частині проростків, причому така спрямованість дії препаратів зберігалася й при десятидобовій експозиції.

Вегетаційні дослідження

Захисний вплив препаратів Метіур та Івін на рослини кукурудзу за умов засолення досліджувався у вегетаційних дослідках протягом 2003-2006 р.р. Рослини кукурудзи (гібрид Колективний 225 МВ) вирощували у посудинах Вагнера з ґрунтом на поживній суміші Жукової - Карпукіної. Засолення ґрунту створювали шляхом додавання у посудини розчину NaCl . Варіанти дослідів мали 10-кратну повторність. Вологість ґрунту в посудинах протягом вегетації підтримували на рівні 70% повної вологоємності.

У вегетаційному сезоні 2003 р. досліджено вплив двох концентрацій препаратів (10^{-5} M і 10^{-7} M) протягом вегетації. Присутність в ґрунті $0,1\text{M NaCl}$ гальмувала ріст одномісячних рослин, довжина яких складала 33%, а вага 8% від контрольних. Ростовий ефект обох препаратів на безсольовому контролі через їх застосування у досить низьких концентраціях був практично відсутнім, у той час як за умов засолення обидва вони запобігали гальмуванню ростових процесів (Таблиця 2).

У двохмісячних рослин на безсольовому контролі спостерігався ростовий ефект передобробки препаратами, який був сильнішим при концентрації 10^{-5}M . Таким же був вплив препаратів на варіантах із засоленням, проте вони по-різному впливали на виживання рослин. Так Метіур при 10^{-7}M забезпечив збереження 8 рослин з 10, а при 10^{-5}M 5 рослин з 10, тоді як з Івіном вижило відповідно 2 та 3 рослини відповідно (Таблиця 3).

Наприкінці вегетації за відсутності засолення ростовий ефект препаратів посилювався й був сильнішим при 10^{-5}M , складаючи з Метіуром 130%,

а з Івіном 119%. За умов засолення ріст рослин у варіанті з Метіуром становив 58% і 60% від контролю при концентраціях 10^{-5}M та 10^{-7}M відповідно, тоді як з Івіном 71% та 77%, хоча рослин при передобробці ним збереглося набагато менше.

Обидва препарати викликали на рослинах безсольового контролю появу другого невеликого качана. При наявності в ґрунті $0,1\text{M NaCl}$ на окремих рослинах, що зберігалися, утворилися по качани, вага яких становила 16% від контролю. В присутності $0,1\text{M NaCl}$ на рослинах, які виростили з обробленого препаратами насіння вага качанів становила 27% і 23% при 10^{-5}M і 10^{-7}M Метіури відповідно. На варіантах з обробкою Івіном на окремих виживши рослинах вага качанів становила 23% і 30% відповідно (Таблиця 4).

Зацікавленість у застосуванні синтетичних сполук у найменшій концентрації, а також більша виживаемість рослин при 10^{-7}M схилили авторів в наступному сезоні обмежитись передобробкою насіння препаратами лише в концентрації 10^{-7}M . Крім того, ми ввели варіанти з половиною дозою NaCl , знайшовши, що захисний ефект препаратів залежав як від концентрації солі, так і від погодних умов.

У 2004 році у одномісячних рослин на $0,05\text{M NaCl}$ довжина надземної частини складала 80%, а її вага 64% від безсольового контролю, у той час як на $0,1\text{M NaCl}$ відповідно 49% і 17%. При обробці насіння Метіуром ці показники на $0,05\text{M NaCl}$ виявилися навіть більшими, ніж у контрольних рослин на 10% і 16%, а на $0,1\text{M NaCl}$ складали 93% та 71% від нього. Ефект від використання Івіну виявився значно слабшим, ніж у Метіуру, оскільки довжина і вага надземної частини рослин дорівнювали на $0,05\text{M NaCl}$ 89% і 74%, а на $0,1\text{M NaCl}$ 66% і 38% від контролю (Таблиця 5).

До двохмісячного віку на $0,05\text{M NaCl}$ збереглися всі рослини, тоді як на $0,1\text{M NaCl}$ лише 4 з 10. Висота надземної частини при слабшій концентрації солі складала 75% від контролю, а при більшій - 64%. Захисний ефект Метіуру був сильнішим, ніж у Івіну на обох концентраціях солі. При цьому висота надземної частини у разі обробки Метіуром складала 89 % на $0,05\text{M NaCl}$, а на $0,1\text{M}$ - 88%, у той час як у разі Івіну - 80% та 71% (Таблиця 6). До кінця вегетації на $0,1\text{M NaCl}$ всі рослини загинули, а на $0,05\text{M NaCl}$ вижили всі рослини, хоча висота їх надземної частини становила 21% від контролю. Обробка препаратами сприяла виживанню рослин в присутності $0,1\text{M NaCl}$, причому захисний ефект Метіуру виявився сильнішим. Висота надземної частини у варіанті з Метіуром становила 38% на $0,05\text{M NaCl}$ та 27% на $0,1\text{M NaCl}$, а у варіанті з Івіном - 25% і 19% відповідно. На варіанті з $0,05\text{M NaCl}$ качани на рослинах не утворилися, тоді як обробка препаратами зумовлювала їх формування, причому вони з'явилися на 5 з 10 рослинах при обробці Метіуром та 3 з 10 рослинах при обробці Івіном. Вага качанів при $0,05\text{M}$ засоленні в разі обробки Метіуром становила 46%, а з Івіном 35%. Треба підкреслити, що Метіур викликав також появу качанів на двох рослинах на варіанті з $0,1\text{M NaCl}$, вага яких стано-

вила 34% щодо качанів з контрольного варіанту (Таблиця 7).

Такі ж самі варіанти вегетаційного дослідження були закладені в 2005 році, але більш спекотні погодні умови з повітряною посухою призвели до загибелі всіх рослин на варіанті з 0.1M NaCl та на цій же концентрації при обробці Івіном. Обробка Метіуром зберігала всі рослини на варіантах з обома концентраціями солі, а також сприяла утворенню качанів, які при 0.05M NaCl з'явилися на всіх, а при 0.1M NaCl - на 4 рослинах з 10.

Оскільки дія Івіну виявилася значно слабшою, ніж Метіуру, автори відмовилися від його подальшого випробування у вегетаційних дослідках.

У 2006 році у одномісячних рослин на 0.05 M NaCl зріст і вага складала 90% і 79%, а на 0.1M - на 64% і 42% відповідно щодо рослин з безсолного контролю. У варіантах із намочуванням насіння в Метіурі висота та вага надземної частини складала 94% і 91% відповідно при нижчій концентрації солі, а також 81% та 64% при вищій концентрації (фото 1). Коренева система одномісячних рослин за умов засолення втрачала мочкуватість через гальмування розвитку бічних коренів, причому це явище посилювалося з підвищенням концентрації солі, тоді як передобробка насіння Метіуром запобігала цьому, сприяючи формуванню бічних коренів (фото 2).

Оскільки період закладання генеративних органів є критичним для утворення врожаю, автори застосували додаткову обробку рослин Метіуром шляхом обприскування їх в одномісячному віці перед викидом волоті розчином такої ж концентрації.

За умов засолення ріст двохмісячних рослин при 0.05 M NaCl становив 56% від контролю, тоді як при 0.1M NaCl збереглася лише одна рослина, ріст якої складав 16%. У той же час на варіанті з передобробкою насіння Метіуром ріст рослин на 0.05 M складав 69%, а на 0.1 M - 37% щодо контролю. У рослин, що в одномісячному віці були обприскані Метіуром, ці показники були ще кращими, становлячи на 0.05M 75%, а на 0.1M - 39% щодо контрольного варіанту (Фото 3, 4).

Наприкінці вегетації 2006 р. на варіанті із засоленням 0.05M NaCl збереглися всі рослини, висота яких складала 61% щодо контролю, у той час як на 0.1M NaCl вижила лише одна рослина, зріст якої становив 34% від нього. Захисна дія Метіуру в разі обробки насіння при обох концентраціях солі була подібною до показаної у два попередні роки, причому обприскування рослин додатково збільшувало їх ріст на 10% у варіанті на 0.05M та на 5% на 0.1M NaCl, прискорюючи викид волоті (фото 5). Проте, внаслідок дуже спекотних погодних умов 2006 року повноцінні качани не утворилися навіть на безсолному контрольному варіанті.

Результати вегетаційних дослідів, проведених за обох рівнів засолення, виявили протекторну дію Метіуру, яка була набагато сильнішою, ніж у Івіну, причому на відміну від нього зберігалася протягом усієї вегетації, дозволяючи одержувати качани з зерном. Одержані результати збігаються з даними, наведеними в єдиній публікації, де порівнювався

ефект цих препаратів на рослини квасолі, автори якої показали, що Метіур вдвічі пришвидшував онтогенез, а Івін - прискорював лише розвиток вегетативних органів без впливу на формування генеративних [15].

Польовий дослід

Дослід було закладено у 2006 р. на базі сільськогосподарського кооперативу ім. М. Горького (сmt Долматівка Херсонської області) на слабкосолонцюватому ґрунті, представленому коричневим чорноземом на 5 га зрошуваного поля в трьохразовій повторності кожного варіанту на районі сорту «Октава».

Обробка препаратами

Метіур та Івін в концентрації 10^{-7} М застосовувалися як для намочування насіння так і для обприскування рослин на початку фази викиду волоті. При цьому використовувалися подвійна обробка тим же самим препаратом, а також «перехресна».

Агрозаходи

У 2005 році культурою-попередником кукурудзи була пшениця, після уборки якої восени проводилися лущення та оранка на глибину 25-27 см.

Навесні 2006 року - культивування на глибину 12-14 см та повторна культивування на глибину 8-10 см.

Посів проводився 18 травня 2006 року при густоті 65-70 тис./га.

Протягом вегетації здійснювали поперечне боронування поля, обробку всходів гербицидом «Титус» (40 г/га) та окучування.

У фазі 7-8 листків під кукурудзу вносили аміачну селітру (120 кг/га).

Уборку була проведена 2 вересня 2006 року.

Вимірювання висоти 45-добових рослин показало, що передпосівне замочування зернівок у 10^{-7} М розчині Метіуру збільшувало її на 11%, тоді як Івіну не змінювало цей показник. Було проведено аналіз листків на вміст проліну, збільшення якого є показником стресового стану рослинного організму. Виявилося, що намочування насіння в розчинах препаратів зменшувало його вміст, котрий у варіанті з обробкою Метіуром становив 64%, а з Івіном - 79% щодо вмісту в необроблених рослинах, що підтвердило сильніший антидепресантний ефект Метіуру (Таблиця 8).

Проте, незважаючи на позитивний вплив намочування насіння в препаратах, особливо Метіуру, на стан 1,5-місячних рослин, після уборки виявилось, що цей захід практично не позначився на врожаї зерна, який тільки при застосуванні Метіуру збільшився усього на 1%. Обприскування Метіуром необроблених 1,5-місячних рослин, що вирости з необробленого ним насіння збільшило вихід зерна на 9%, а Івіном - лише на 2%.

Результати двохразової обробки препаратами виявили, що вихід зерна був найвищим в разі подвійного використання Метіуру, приріст якого складав 11%, щодо контролю, тоді як обприскування ним рослин на варіанті із передпосівним замочуванням насіння в Івіні дало приріст у 10%. У той же час подвійне застосування Івіну дало приріст усього в 5%, а обприскування ним рослин

на варіанті з намочуванням в Метіурі - усього 4% (Таблиця 9).

Таким чином, результати польового дослідження з вирощування кукурудзи на слабосолонцюватому ґрунті довели перевагу Метіуру над Івіном, що узгоджується з висновками, зробленими на підставі вегетаційних дослідів. Відміна між ними пояснюється тим, що вегетаційні досліді проводилися за умов сильного засолення, коли проростки на перших фазах розвитку опинялися в критичних умовах, і тому передобробка насіння Метіуром найбільшою мірою виявляла захисний ефект. На слабосолонцюватому ґрунті рослини були здатні розвиватись, хоча й знаходилися в дещо пригніченому стані, проте обприскування Метіуром відіграло головну роль у формуванні генеративних органів, сприяючи підвищенню виходу зерна.

Таким чином, авторами доведено можливість значного посилення солестійкості кукурудзи за допомогою біологічно-активного препарату Метіур,

який рекомендуються вживати шляхом двохразового застосування. На підставі одержаних результатів пропонується обробка Метіуром, як спосіб, що дозволяє вирощувати кукурудзу на зерно і силос за умов засолення, а також збільшувати її врожайність на солонцюватих ґрунтах за допомогою розробленої нами технології.

Виходячи з неспецифічності стресових відповідей рослинних організмів на дію негативних факторів, можна впевнено передбачати, що пролонгований захисний ефект Метіуру, показаний авторами за умов засолення, яке є одним з найсильніших стресових факторів буде спостерігатися на різних видах рослин при дії інших негативних факторів, таких як екстремальні температури, посуха, тощо. Тому обробку Метіуром можна рекомендувати також профілактичний захід для посилення стійкості рослин на випадок несподіваних погодних змін.

Таблиця 1

Вплив обробки зернівок синтетичними препаратами на ростові показники проростків кукурудзи в лабораторному досліді при їх експонуванні в присутності 0,1 М NaCl (М±m; n=120, P<0,05)

РР, 10 ⁻⁷ М	Корені				Надземна частина			
	Довжина		Вага		Довжина		Вага	
	см	%	г	%	см	%	г	%
1 -добова експозиція								
-	9,3±0,1	100	0,09±0,01	100	9,4±0,2	100	0,20±0,01	100
NaCl	9,0±0,1	97	0,09±0,02	100	8,0±0,2	85	0,18±0,01	90
Метіур +NaCl	9,3±0,1	100	0,10±0,01	111	8,0±0,2	85	0,18±0,01	90
Івін + NaCl	9,2±0,1	99	0,09±0,02	100	9,2*±0,2	98	0,18±0,02	90
10-добова експозиція								
-	18,7±0,5	100	0,22±0,03	100	21,1±0,5	100	0,62±0,01	100
NaCl	16,6±0,4	89	0,21±0,03	95	13,0±0,5	62	0,21±0,06	34
Метіур +NaCl	18,8*±0,5	101	0,22±0,03	100	14,3±0,5	68	0,24±0,01	39
Івін + NaCl	18,0±0,5	96	0,24±0,02	109	15,1*±0,2	72	0,24±0,01	39

Таблиця 2

Вплив умов засолення та синтетичних препаратів на висоту та вагу надземної частини рослин кукурудзи у вегетаційному досліді на фазі 7-го листка (2003)

Препарат	М	Без засолення				0,1М NaCl			
		Висота		Вага		Висота		Вага	
		см	%	см	%	см	%	см	%
-	-	58,0±1,9	100	21,0±2,4	100	19,3±3,1	33	1,6±0,4	8
Метіур	10 ⁻⁵	53,1±2,7	92	16,7±2,4	80	21,6±2,0	37	2,4±0,4	11
Метіур	10 ⁻⁷	53,7±1,9	93	17,9±1,4	85	24,7±2,0	43	3,0±0,4	14
Івін	10 ⁻⁵	52,9±1,6	91	16,8±1,2	80	20,1±1,2	35	1,7±0,1	8
Івін	10 ⁻⁷	45,3±1,8	78	10,8±1,2	51	26,4±1,9	46	3,4±0,5	16

Таблиця 3

Вплив умов засолення та синтетичних препаратів на висоту надземної частини рослин кукурудзи у вегетаційному досліді на фазі викиду султана (2003)

Препарати	М	Кількість рослин, які вижили	Без засолення		Кількість рослин, які вижили	0,1М NaCl	
			Висота			Висота	
			см	%		см	%
-	-	10	120±6	100	3	68±3	57
Метіур	10 ⁻⁵	10	143±6	119	5	78±4	65
Метіур	10 ⁻⁷	10	132±5	110	8	68±4	57
Івін	10 ⁻⁵	10	141±4	118	2	75±1	63
Івін	10 ⁻⁷	10	116±2	97	3	73±2	61

Таблиця 4

Вплив обробки насіння синтетичними препаратами на висоту та врожай рослин кукурудзи при зборі врожаю у вегетаційному експерименті 2003 року

Засолення NaCl, М	Обробка		Кількість рослин, які вижили	Висота		Вага насіння, г	
	Препарат	М		см	%	Великий качан	Маленький качан
-	-	-	10	146±6	100	99,7±23	-
	Метіур	10 ⁻⁵	10	190±10	130	94,8±3,8	27,6±2,9
	Метіур	10 ⁻⁷	10	168±13	115	95,3±6,5	24,1±1,5
	Івін	10 ⁻⁵	10	174±4	119	90,7±2,7	22,2±1,5
	Івін	10 ⁻⁷	10	138±2	95	90,9±1,9	23,1±2,3
0,1	-	-	3	49±1	34	15,5±2,7	-
	Метіур	10 ⁻⁵	5	84±8	58	26,9±3,0	-
	Метіур	10 ⁻⁷	8	88±10	60	22,7±2,4	-
	Івін	10 ⁻⁵	2	103±4	71	23,3±0,9	-
	Івін	10 ⁻⁷	3	113±7	77	29,6±1,5	-

Таблиця 5

Вплив умов засолення та синтетичних препаратів на висоту та вагу надземної частини рослин кукурудзи у вегетаційному досліді на фазі 7-го листка (2004 рік)

Обробка		Без засолення				0,05 М NaCl				0.1 М NaCl			
Препарат	М	Висота		Вага		Висота		Вага		Висота		Вага	
		см	%	г	%	см	%	г	%	см	%	г	%
-		55,7±0,3	100	14,4±0,9	100	44,7±3,1	80	9,2±0,4	64	27,3±2,0	49	2,5±0,2	17
Метіур	10 ⁻⁷	-	-	-	-	61,1±4,5	110	16,7±1,2	116	51,9±4,5	93	10,2±1,0	71
Івін	10 ⁻⁷	-	-	-	-	49,8±3,7	89	10,6±0,9	74	36,7±3,6	66	5,4±0,6	38

Таблиця 6

Вплив умов засолення та синтетичних препаратів на висоту надземної частини рослин кукурудзи у вегетаційному досліді на фазі викиду султана (2004)

Обробка		Без засолення			0,05 М NaCl			0.1 М NaCl		
Препарат	М	Кількість рослин, які вижили	Висота		Кількість рослин, які вижили	Висота		Кількість рослин, які вижили	Висота	
			см	%		см	%		см	%
-		10	92,8±4,6	100	10	69,4±0,5	75	4	59,0±2,0	64
Метіур	10 ⁻⁷				10	82,8±0,5	89	10	81,7±1,5	88
Івін	10 ⁻⁷				10	74,1±11,0	80	10	66,2±6,8	71

Таблиця 7

Вплив обробки насіння синтетичними препаратами на висоту та врожай рослин кукурудзи у вегетаційному експерименті (2004 рік)

Засолення NaCl, М	Обробка		Кількість рослин, які вижили	Висота		Кількість рослин з качанами	Вага кача- на г	Вага насіння г
	РР	М		см	%			
-	-	-	10	153±4	100	10	91,6±3,8	82,4±5,5
0,05	-	-	10	32±3	21	Відсутні	-	-
	Метіур	10 ⁻⁷	10	58±2	38	5	41,7±2,2	32,1±2,4
	Івін	10 ⁻⁷	10	38±1	25	3	32,0±2,7	22,8±2,3
0,1	-	-	Загинули					
	Метіур	10 ⁻⁷	10	41±1	27	2	31,5±5,9	16,2±1,7
	Івін	10 ⁻⁷	10	29±1	19	Відсутні	-	-

Таблиця 8

Вплив обробки насіння кукурудзи сорту «Октава» синтетичними препаратами 10⁻⁷М на висоту 45-денних рослин кукурудзи сорту «Октава» та вміст вільного проліну в їх листках (2006 рік)

Обробка зернівок (10 ⁻⁷ М)	Висота рослин		Вміст вільного проліну	
	см	%	мкмоль/г	%
—	115,4±5,1	100	12,15±0,41	100
	127,8±5,8	111	7,73±0,22	64
Івін	116,6±4	101	9,57±0,30	79

Таблиця 9

Вплив синтетичних препаратів у концентрації 10⁻⁷М на врожай кукурудзи сорту "Октава" (2006 рік)

Обробка зернівок (Ю^М)	Обприскування рослин* (10 ⁻⁷ М)	Урожайність зерна кукуруд- зи**, ц/га	Маса 100 зернівок, г	Довжина качана, см	Кількість рядів зернівок
-	-	63,0±0,9 100%	287,5±0,8 100%	19,2	14,0
	-	63,9±2,0 101%	293,2±0,7 102%	18,8	14,6
Івін	-	63,2±2,1 100%	287,9±0,6 100%	18,6	14,2
-	Метіур	68,6±0,7 109%	314,6±0,6 109%	20,6	15,4
-	Івін	64,5±1,5 102%	292,3±0,7 102%	19,1	14,8
Метіур	Метіур	69,8±1,7 111%	321,2±0,8 112%	21,2	15,6
Метіур	Івін	65,7±1,8 104%	299,5±0,6 104%	19,3	14,8
Івін	Метіур	69,4±1,5 110%	315,4±0,7 110%	21,0	15,5
Івін	Івін	66,2±1,9 105%	300,6±0,6 105%	19,4	15,0

* - початок викидання волоті

** - при 14% вологості

ЛІТЕРАТУРА

1. Wang W., Vinocur B., Altaian A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperaturer toward genetic engineeering for stress tolerance // Planta, 2003, 218, 1-14.

2. Chinnusamy V., JagendorfA., Zhu J-K. Salt tolerance in plants //Crop Science, 2005, 437-448.

3. Палладіна Т.О. Солона планета. Рослини в солоному довкіллі //Країна знань 2004, №10, 10-13.

4.Flowers T.J. Improving crop salt tolerance // Journal Experimental Botany, 2004, 55, 307-319.

5. Zhu J-R. Plant salt tolerance// TRENDS in Plant Science 2001, 66-71

6. Куликов А.М. Генетически-модифицированные организмы и риски их использования // Физиология растений. 2005, 52, 115-128.

7. Chrespeels M.J. Biotechnology and the Poor // Plant Physiology, 2000, 124, 437-448. 8-Cuatero J., Bolarin M.C., Asins M.J., Moreno V., Increasing salt tolerance in tomato // Journal Experimental Botany 2006, 57, 1045-1058.

9. Amazallag G.N. Seligmann H., Lemer H.R. A developmental window for salt-adaptation in Sorghum bicolor // Journal Experimental Botany 1993, 260, 645-652.

10. Калініна Н.О., Кабузенко С.М. „Застосування регуляторів росту для підвищення солестійкості кукурудзи різних генотипів // Біологічний вісник Таврійського національного Університету ім. В.І. Вернадського. 2000- т.4, №1-2, с.58-63.

11. Деклараційний патент на винахід № 36600А, Україна, МПК 6 А01N 43/56. Спосіб підвищення накопичення біомаси кукурудзи на засолених ґрунтах. Автори - Калініна Н.О., Кабузенко С.М. Патентовласник - Таврійський національний університет ім.В.І.Вернадського. Опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001.

12. Патент на изобретение Российской Федерации № 2116727 «Азотсодержащее удобрение». Авторы: Приказчикова Л.П. и др.. Заявка №

4286063 от 07.02.1990, Зарегистрирован в государственном реестре изобретений 10.08.1997.

13. Пономаренко С.П., Николаенко Т.К., Троян В.М. // Регуляторы роста растений. К.:1992. С.178.

14. Tzygankova V.A., Blume Ya.B. Screening and peculiarity of the biological action of synthetic plant growth regulators // Биополимеры и клетка 1997, 13, 484-492.

15. Tsygankova V.A., Zayets V.N., Galkina L.A., Blume Ya.B. The phytohormone-mediated action of the synthetic regulators on cell extension growth in higher plants // Биополимеры и клетка 1999, 15, 432-441.

16. Палладіна Т.О., Куриленко І.М., Ключко С.В., Хутова Б.М., Приказчикова Л.П., Драч Б.С. Стимулюючий ефект Метіуру на ріст та солестійкість паростків кукурудзи // Доповіді НАН України, 2001, №6, с.177-180.

17. Куриленко І.М., Палладіна Т.О. Вплив соляного стресу і синтетичних регуляторів росту на активність каталази та пероксидази у проростках кукурудзи // Укр.біохім.журн., 2005, 77, с.86-93.

18. Батыгин Н.Ф. Онтогенез высших растений / Москва, Агропромиздат, 1986, 100с. 19-Munns R., James R.A., Lauchli A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals // Journal Experimental Botany, 2006, 57, 1025-1043.



1 2 3 4 5

Фото 1



1 2 3 4 5

Фото 2



1 2 3 4

Фото 3



1 2 3 4

Фото 4



1 2 3 4 5 6 7

Фото 5