

ФІЗІОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 633.11:633.14

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОСІВІВ ТРИТІКАЛЕ ДО ПОСУХИ

С.М. Каленська¹, Н.Ю. Таран²

¹ Національний аграрний університет

² Київський національний університет ім. Т. Шевченка.

Розглянуто шляхи підвищення стійкості посівів тритикале до посухи на основі інтегральних показників фізіологічного стану рослин. Виявлено найбільш стійкі сорти тритикале до посухи. Показаний ефект від застосування фізіологічно активних препаратів антистресової дії.

Тритікале, посухостійкість, сорти, мінеральне живлення, вміст хлорофілу, ліпіди, водоутримуюча здатність

Одним з основних завдань оптимізації сільськогосподарського виробництва, в тому числі і виробництва зерна озимих культур, є розробка способів врахування та зменшення погодного ризику [1].

Із загальної площі орних земель в Україні близько 18 млн. га розташовано у посушливих областях. Понад 2,5 млн. га посівів озимих зернових на території України [2] знаходиться в зоні недостатнього зволоження. В останні роки повітряні посухи повторюються практично на всій території України з інтервалом один раз в 3 роки.

У практиці сільськогосподарського виробництва підвищення стійкості рослин до посухи і обезводнення здійснюється за допомогою певних заходів. У цьому складному комплексі прийомів, які послаблюють посуху або її післядію, можна виділити три основних напрямки: географічне, селекційно-генетичне і агротехнічне.

Географічний напрямок заходів передбачає послаблення наслідків посухи на основі географічної роз'єднаності посівів тієї чи іншої культури в межах її можливого ареалу. Враховуючи можливу локальність посух, передбачається, що недобір врожаю зерна в одному районі може бути компенсований врожаєм цієї ж культури в іншому

районі, де посухи не спостерігалось.

Селекційно-генетичний напрямок передбачає вибір найбільш пристосованого типу (озимі, ярі, пізні ярі), сорту (посухостійкого, швидкостиглого, пізньостиглого) і різних біологічних ознак, що забезпечують найбільше пристосування до природних умов, які склалися; виведення на основі екологічно вивченого селекційного матеріалу нових продуктивних сортів, біологічні властивості яких, в тому числі і ритм розвитку, будуть найкращим чином пристосовані до природних умов тієї чи іншої ґрунтово-кліматичної зони.

В польових дослідженнях упродовж 1992-2005рр. в ґрунтово-кліматичних умовах північної частини Лісостепу України Інститутом землеробства УААН, науковими лабораторіями Національного аграрного університету та Київського національного університету ім. Т. Шевченка проводилися дослідження з вивчення деяких інтегральних показників фізіологічного стану різних за екологічним походженням сортів тритікале, які обумовлюють їх адаптивний потенціал за дії факторів довкілля та характеризують ознаки жаростійкості та посухостійкості генотипів.

Об'єктами наших досліджень були сорти тритікале озимого селекції різних регіональних установ: АДМ 4, Престо, Амфідиплоїд 44 (АД 44) і Амфідиплоїд 3/5 (АД 3/5), Багатозерний 3 і номери тритікале дворучок 16/12-14 і 10-а-10. Дослідження проводились в умовах польових та лабораторних дослідів. Добрива в дозі $P_{90}K_{120}$ вносили до посіву та проводили підживлення азотом $N_{40(III)+60(IV)+20(VII)}$. Визначення інтегральних показників фізіологічного стану рослин тритікале проводили у фази колосіння, цвітіння та молочної стиглості, оскільки ці фази є найбільш критичними періодами в розвитку рослин і формуванні зерна [3, 4, 5]. Саме в цей час було доцільно відстежити адаптивні реакції різних сортів та ліній, порівняти їх між собою. Погодні умови значної частини років досліджень були надзвичайно сприятливими для вивчення стійкості рослин до факторів посухи в реальних умовах.

Для аналізу використовували фотосинтезуючі тканини прাপірцевого листка. Це пов'язано з тим, що, по-перше, на долю листків припадає більша частина фотосинтетичної активності рослин, а по-друге, на пізніх фенологічних фазах саме листя, і особливо верхнє, робить найбільший внесок (30%) у формування врожаю.

Отримані результати показали, що показники, які досліджувалися, залежать від фази розвитку рослин та їх сортових особливостей (рис. 1). Так, вміст хлорофілу *a* у тканинах листя різних сортів та ліній тритікале в перерахунку на суху речовину був вищим у фазу цвітіння, причому максимум вмісту пігменту спостерігався у лінії 10-А-10, а також у сортів АД-44 і АДМ-4.

Вміст хлорофілу b в перерахунку на суху речовину був також вищим у фазу цвітіння з найбільшим значенням у сорту АДМ-4. У фазі молочно-воскової стиглості (МВС) найбільшим вмістом суми хлорофілів a та b характеризувалися сорти Престо та АД-44. Вміст суми хлорофілів ($a+b$) в мг/г сухої речовини був вищим, таким чином, у фазі цвітіння з переважанням по цьому показнику сортів АДМ-4, Престо, АД-44 та лінії 10-А-10.

Отримані результати цілком узгоджуються з літературними даними про максимальний вміст пігментів у фотосинтезуючих тканинах листя тритикале у фазі цвітіння, а також показують, що сорти АДМ-4, Престо, АД-44 та лінія 10-А-10 мають високий адаптивний потенціал в умовах посухи порівняно з іншими сортами та лініями, оскільки багатьма авторами відзначено, що сорти, стійкі до посухи та спеки, характеризуються інтенсивним накопиченням пігментів в умовах дії лімітуючих факторів.

Більш об'єктивне уявлення про ефективність поглинання сонячної енергії фотосинтетичною поверхнею і роль хлорофілу в адаптивному, а тому й в продукційному процесі, дає показник відношення маси пігменту до площі або одиниці площі органа, що його містить. Тому його часто використовують при оцінці організації фотосинтетичного апарату. В перерахунку на 1 дм² площі прапірцевого листка вміст хлорофілу a , b та суми хлорофілів також був вищим у фазі цвітіння, з переважанням ліній 10-А-10, 16-12/14 та сортів Престо і Багатозерний 3. Тобто ефективність поглинання сонячної енергії фотосинтетичною поверхнею у цих сортів та ліній була вищою, ніж у інших досліджуваних сортів. Факт більшого накопичення зелених пігментів на одиницю площі фотосинтезуючої поверхні у сортів Престо, Багатозерний 3, 10-А-10 та 16-12/14 може бути пов'язаний з підвищенням функціональної активності пігментного комплексу.

Як відомо, хлорофіл a пов'язаний головним чином з реакційними центрами ФС I та ФС II. Хлорофіл b входить до складу світлозбираючого пігмент-білкового комплексу, який передає поглинуту енергію ФС II. Збільшення відношення хлорофіл a / хлорофіл b вказує на відносно зменшення частки світлозбираючого комплексу (СЗК), якщо ж величина цього відношення змінюється мало, слід вважати, що відбувається пропорційне збільшення розмірів СЗК і числа реакційних центрів. Щодо співвідношення хлорофілів a та b у фотосинтезуючих тканинах досліджуваних сортів та ліній, то цей показник був досить сталий і в обидві фази наближався до 3. У сорту АД-44 у фазі цвітіння показник a/b був найбільшим, що є наслідком відносно меншого вмісту хлорофілу b як менш стійкої форми порівняно з хлорофілом a , тобто рослини даного сорту в цей період були найменш стійкі.

Визначення вмісту ксантофілів та каротиноїдів (мг/г сухої речовини) показало, що більшою їх кількість була у фазі цвітіння, при цьому максимальним вмістом жовтих пігментів характеризувалися сорти АДМ-4, АД-44 та лінія 10-А-10. У сортів АД 3/5 та Престо вміст ксантофілів та каротиноїдів був нижчим, можливо, за рахунок більш інтенсивного їх руйнування, оскільки, як відомо, жовті пігменти виконують захисну функцію, запобігаючи окисленню хлорофілу. У фазі молочної стиглості найбільшою кількістю жовтих пігментів відзначалася лінія 16/12-14. У фазі цвітіння, з розрахунку на 1дм² площі прапірцевого листка, найбільший вміст жовтих пігментів спостерігався у двох ліній 10-А-10, 16/12-14 та сорту Багатозерний 3. У цій фазі значних розбіжностей у вмісті жовтих пігментів як у розрахунку на 1 г сухої речовини, так і на 1дм² площі прапірцевого листка по сортах не спостерігалось.

В процесі роботи поміж досліджуваних сортів та ліній було виділено сорти АДМ-4, Престо та Багатозерний 3, які відрізняються за екологічним походженням та мають, за попередньою оцінкою пігментного складу, більш високий адаптивний потенціал на критичному етапі органогенезу в умовах посухи. Тому визначення вмісту ліпідів проводили саме у цих сортах. Сортові відмінності були виявлені лише за вмістом сульфоліпідів (табл. 1). Сорт Багатозерний 3 мав найбільшу кількість сульфоліпідів, що, як встановлено раніше [6], накопичуються саме у стійких рослин.

Таблиця 1. Вміст ліпідів¹⁾ у фотосинтезуючих тканинах сортів тритікале в роки з посушливими умовами, фаза молочної стиглості, мг/г сухої речовини (обернені одиниці)

Сорт	ЗКЛ	СТ	ДГ	СЛ	МГ	ФГ	ФХ
АДМ-4	150	2,49	5,96	25,9	21,2	3,68	4,23
Престо	139	2,54	6,71	25,3	21,1	4,23	4,62
Багатозерний-3	133	2,15	8,66	23,4	19,8	2,98	3,87
НСР ₀₀₅	24	0,45	0,57	0,84	0,62	0,31	0,37

¹⁾ ЗКЛ - загальна кількість ліпідів; СТ - стерини; СЛ - сульфоліпід; МГ - моногалактозилдіацилгліцерин; ДГ - дігалактозилдіацилгліцерин; ФГ - фосфатидилгліцерин; ФХ - фосфатидилхолін

Продовжуючи дослідження адаптивного потенціалу рослин тритікале в умовах дії факторів довкілля ми простежили зміну водоутримуючої здатності листків протягом вегетації, оскільки відомо, що водоутримуюча здатність є інтегральною властивістю, яка дозволяє визначити кордони адаптивної мінливості та ступінь стійкості рослин.

Водоутримуючу здатність листків у критичних фазах розвитку рослин визначали, користуючись експрес-методикою діагностики посухостійкості сільськогосподарських рослин, розробленою М.Д. Кушніренко, яка ґрунтується на визначенні різниці між товщиною листка до та після його підсушування протягом певного проміжку часу. Ця величина свідчить про зміну тургору листка - чим більше зменшується його товщина, тим нижча водоутримуюча здатність, тим менш стійкий сорт до факторів посухи. Залежність між вимірюваним параметром та фізіологічним показником у цій методиці має обернений характер, тому для інтерпретації результатів в таблиці вжиті умовні обернені одиниці. Як свідчать отримані результати (табл. 2, 3) найбільшою водоутримуючою здатністю характеризувалось листя тритікале сорту Престо.

Цей показник був також високим у сортів АД 3/5, АД 44. У фазі цвітіння найбільша оводненість спостерігалася в листках тритікале ліній 16/12-14 та 10-А-10, в той час як рослини цих ліній відрізнялися низькою водоутримуючою здатністю листків.

Таблиця 2. Показники водного режиму листків різних сортів та ліній тритікале в умовах тривалої посухи

Сорт	Водоутримуюча здатність (умовні обернені одиниці)		Обводненість листя, %		
			фаза розвитку		
	колосіння	цвітіння	колосіння	цвітіння	молочна стиглість
Багатозерний 3	5,8	5,4	70,5	71,1	67,8
16/12-14	5,7	6,4	73,7	71,8	74,7
10-А-10	4,3	5,6	70,2	71,4	76,3
ADM-4	4,9	5,6	71,4	70,4	72,1
AD-44	3,8	5,0	70,6	70,5	69,3
AD-3/5	3,8	3,7	68,9	68,4	70,2
Престо	3,2	3,8	73,4	69,7	74,0
НІР _{0,05}	1,4	1,7			

Проведені І.Г. Шматьком дослідження з озимою пшеницею показали, що більш посухостійкі сорти характеризуються інтенсивнішим збільшенням водозатриманих сил листя під впливом посухи на рослини. Погіршення водопостачання зумовлювало зменшення вмісту води, слабо затримуваної структурними компонентами клітин (цю форму води умовно називають вільною), причому більшою мірою в рослинах більш посухостійких сортів. Паралельно з цим підвищувалась концентрація клітинного соку та інтенсивність транспірації [7].

Таблиця 3. Показники водного режиму листя сортів тритікале в нормальних умовах

Сорт	Водоутримуюча здатність (умовні обернені одиниці)		Обводненість листя, %	
	Фаза розвитку			
	колосіння	цвітіння	колосіння	цвітіння
10-А-10	4,2	4,8	75,5	73,8
АДМ-4	3,7	4,8	78,9	76,9
АДМ-5	3,3	4,5	78,9	74,4
Поліський 4	3,9	5,0	81,6	76,9
АД-44	3,6	4,5	79,1	72,4
АД-3/5	3,0	3,3	79,3	73,5
Престо	3,0	2,8	75,4	71,2
Мально	2,7	3,0	74,4	70,2
НІР _{0,05}	0,5	0,6	-	-

Таким чином, отримані нами дані свідчать про те, що листя сортів Престо, АД 3/5, АД 44 містить меншу кількість вільної води, яка легко віддається рослиною в умовах посухи і за цими параметрами їх можна віднести до посухостійких.

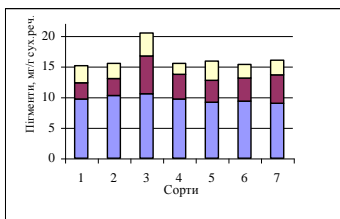
Збереження вологи у листках було пов'язано не лише з колоїдно-осмотичними властивостями цитоплазми, що обумовлює тургор клітини, а й з іншими чинниками, які визначають роботу продихового апарату. Підраховуючи кількість продихів в полі зору мікроскопу, ми припускали, що більша їх кількість відповідає меншим розмірам клітин, тобто підвищеній ксероморфності. Результати досліджень свідчать про те, що листки тритікале є амфістоматичними, продихи у них розміщуються на верхній та нижній поверхнях листової пластинки. В цілому кількість продихів на верхній стороні листка більша, ніж на нижній (табл. 4). Аналізуючи результати цих досліджень слід відмітити, що найбільшою кількістю продихів в полі зору мікроскопу характеризуються сорти АД-44, АД-3/5, та лінія 16/12-14. Тобто можна припустити, що ці сорти відрізняються підвищеною ксероморфністю, а тому й більшою пристосованістю до перенесення зневоднення.

Оцінка сортів за морфоанатомічними показниками узгоджується з оцінкою, що зроблена за показниками водного режиму листків. Отримані інтегральні показники фізіологічного стану рослин тритікале дозволяють стверджувати, що найбільш стійкими до посушливих умов є сорти Престо, АД 3/5 і АД 44.

Таблиця 4. Кількість продихів у полі зору мікроскопу
в листках сортів та ліній тритікале

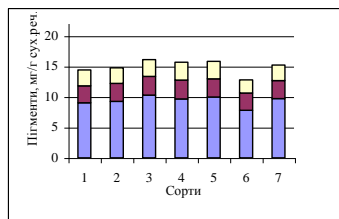
Сорт	Верхня поверхня пластинки листка	Нижня поверхня пластинки листка	Разом на пластинці листка
Багатозерний 3	34,9	34,9	69,8
16/12-14	41,0	36,7	77,7
10-А-10	38,0	30,8	68,8
АДМ-4	35,8	33,3	69,1
АД-44	46,0	34,6	80,6
АД-3/5	41,9	34,5	76,4
Престо	35,8	31,6	67,4
НІР _{0,05}	3,46	3,33	3,28

Крім селекційно-генетичного напрямку в підвищенні стійкості рослин до посухи, важливе значення має агротехнічний напрямок. Агротехнічний напрямок заходів, які послаблюють посуху або її післядію – це заходи з накопичення, збереження і економного використання вологи. Проведені нами дослідження по впливу технології вирощування (пріоритетно системи живлення) на рівень посухостійкості рослин, виявили інтегральний вплив досліджуваних факторів на посухостійкість рослин, складовими частинами якого є: параметр агроценозу; фітоклімат (температурний режим, вологість повітря), обводненість рослин [8, 9]. В агроценозах з достатньою щільністю посівів, що досягається за рахунок внесення мінеральних добрив, створюється більш сприятливий фітоклімат для розвитку рослин і використання вологи повітря і ґрунту за значно менших їх непродуктивних втрат. На всіх етапах органогенезу в варіантах із застосуванням мінеральних добрив зростає обводненість рослин, що сприяє більш ефективному продукційному процесу посівів (рис. 2). Перспективним напрямком є застосування фізіологічно активних речовин – препаратів антистресової дії та регулювання водного режиму за допомогою технологій вирощування. Створення оптимальних моделей агроценозів сприяє економному, раціональному використанню вологи посівами за рахунок подовженого функціонування фотосинтетичного апарату, створенню сприятливого фітоклімату, стійкості до захворювань та інше.

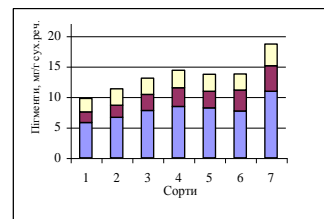


Фаза колосіння

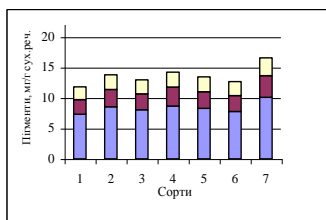
Роки з посушливими умовами



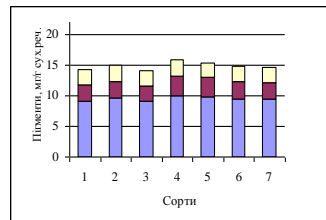
Фаза цвітіння



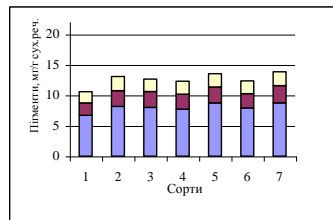
Фаза молочної стиглості



Фаза колосіння



Фаза цвітіння

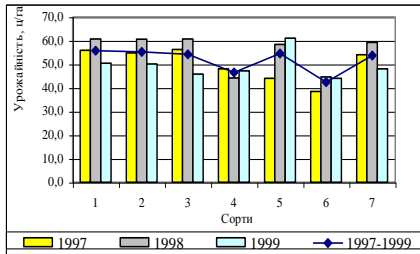


Фаза молочної стиглості

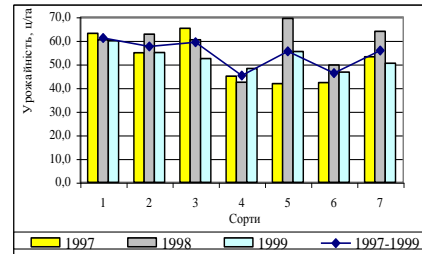
Сорти: 1 – Багатозерний 3; 2 – 16/12-14; 3 – 10-А-10; 4 – АДМ-4; 5 – АД-44; 6 – АД 3/5; 7 – Престо

■ Хлорофіл а ■ Хлорофіл в ■ Каротиноїди

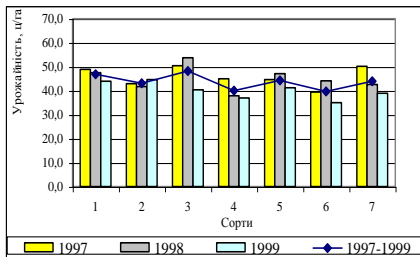
Рисунок 1. Вміст пігментів в листках сортів та ліній тритікале



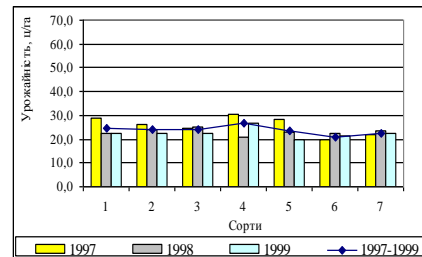
$N_{30} P_{60} K_{120}$



$N_{45} P_{90} K_{180}$



$N_{20} P_{45} K_{60}$



Контроль

1 – Престо; 2 – Мально; 3 – АДМ 5; 4 – Амфідиплоїд 3/5; 5 – Амфідиплоїд 44; 6 – 10-А-10; 7 – Поліський 4

Рисунок 2. Вплив технологій вирощування на продуктивність посівів сортів тритикале озимого

Бібліографічний список

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. – К.: Видавництво Раєвського, 1998. – 96 с.
2. *Наконечний С.І., Савіна С.С.* Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування.-К.: ДЕМ/УР, 1998.-186 с.
3. *Шулындин А.Ф.* Тритікале . О выведении зерновых и кормовых пшенично-ржаных амфидиплоидов «различной» геномной структуры // Вестник с.-х. науки. – 1971. - №11. – С. 37-42.
4. *Куширненко М.Д., Печерская С.Н.* Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. - Кишинев: Штиинца, 1991.- 304 с.
5. *Каленская С.М.* Оптимизация азотного питания тритікале и ретардантного обеспечения интенсивных технологий его возделывания в условиях северной Лесостепи УССР : Автореф.дис. канд. с.– х. наук: 06.01.09 / УСХА. – К.,1991.- 24с.
6. *Оканенко А.А., Таран Н.Ю., Мусієнко Н.Н.* Содержание сульфоллипидов хлоропластов как диагностический показатель жаро- и засухоустойчивости озимой пшеницы // Сельхозбиология.- 1991. - №1.- С. 132- 138.
7. *Шматько І.Г.* Посухостійкість озимої пшениці // Озима пшениця /За ред.С.М.Бугая. – К.:Урожай, 1969. – С. 94-111.
8. *Каленська С.М.* Адаптивні реакції тритікале на умови вирощування // Натураліс, 1997. - №2.-С. 29-30.
9. *Перепелиця О.В., Таран Н.Ю., Макаренко В.І., Мусієнко М.М., Каленська С.М.* Оцінка стійкості сортів і ліній різного екологічного походження до дії високих температур // Вісник аграрної науки, 1997. - №3. - С. 17-20.

Рассмотрены пути повышения устойчивости посевов тритікале к засухе на основании интегральных показателей физиологического состояния растений. Выявлены наиболее устойчивые сорта тритікале к засухе. Показан эффект от применения физиологически активных препаратов антистрессового действия.

The ways of increasing of triticale's sowings stability to drought have been considered on the basis of integral index of physiological conditions of the plants. The sorts of triticale being most resistant to drought have been selected. The effect of application of physiologically active preparations known by their antistress action is shown.