

В. Варавкін канд. біолог. наук
Н. Таран доктор біолог. наук

ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРОРОСТКІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ (*TRITICUM AESTIVUM*) РІЗНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЗА УМОВ ВИСОКОГО ОСМОТИЧНОГО ТИСКУ

Ранню діагностику акліматизації до посухи сортів пшениці різної селекції проводили за осморегуляторними властивостями насіння в концентрованих розчинах осмоліту (сахарози). Встановлено, що в умовах екстремальної для рослин концентрації розчину сахарози насіння сортів пшениці озимої Ювілейна 100, Розкішна, Гордовита, Сонечко мають високу здатність до проростання. Визначено при дії осмотичного тиску розчину 12-22 атм різноманітну реакцію сортів пшениці на кількість утворення зародкових коренів та їхній ріст у довжину, активність росту пагонів проростків. При підвищенні осмотичного тиску розчину до 18 атм у проростків озимої пшениці сорту Гордовита відбувалось посилення утворення зародкових коренів.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM*) РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВИСОКОГО ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Раннюю диагностику акклиматизации к засухе сортов пшеницы разной селекции проводили по осморегуляторным свойствам семян в концентрированных растворах осмолита (сахарозы). Установлено, что в условиях экстремальной для растений концентрации раствора сахарозы семена сортов озимой пшеницы Юбилейная 100, Роскошная, Гордовитая, Солнышко имеют высокую способность к прорастанию. Определено при действии осмотического давления раствора 12-22 атм различную реакцию сортов пшеницы на количество образования зародышевых корней и их рост в длину, активность роста стеблей проростков. При повышении осмотического давления до 18 атм на проростках озимой пшеницы сорта Гордовитая происходило усиление образования зародышевых корней.

INTENSITI OF GROWTH PROCTSS OF WINTER WHEAT SEEDLINGS (*TRITICUM AESTIVUM*) VARIOUS SELECTION IN TEMPLE THE OSMOTIC PRESSURE

Early diagnosis acclimatization drought resistant varieties of wheat different selection spend osmotic ally regulatory properties seeds in concentrated solutions sucrose. Found that in terms of extreme for plants concentration of sucrose seeds of varieties of whe

at winter Jubilee 100, luxurious, Gordovita, Ladybug have a high ability to sprouting. Action defined in the osmotic pressure of solution 12-22 bar diverse reaction wheat varieties on the number of embryonic roots and their length, the activity of shoot growth of seedlings. When increasing the osmotic pressure of a solution to 18 in winter wheat seedlings happened in the strengthening of embryonic roots.

Вступ. Вихід насіння зі стану спокою та його проростання характеризує кількість пророслого насіння і інтенсивність утворення проростків [1-3]. Стан спокою насіння завершується ГК-індукованим синтезом білків і ферментів необхідних для початку ростових процесів. Проростання насіння регулюється, фітогормонами, де переважна роль належить гібереловій кислоті [13], а наступна ініціація розтягнення клітин у осевих органах водній регуляції.

На початку росту при проростанні у осевих органах насіння відбуваються процеси, які активізують подальше потрапляння води з накопиченням осмотично-активних речовин, реставрацією вакуолей з білкових тіл, розм'ягченням полімерів, що утворюють оболонки клітин [14]. З посиленням гідролізу крохмалю і фітину збільшується концентрація осмотиків, що дає можливість додатковому потраплянню води в клітини. Розрихлення щільно упакованих полімерів призводить до розтягнення клітин [15]. Розтягнення клітин первинний і обов'язковий ростовий процес, який дає можливість контакту з ґрунтовим розчином, що особливо актуально в польових умовах за недостатньої кількості продуктивної вологи у верхніх горизонтах ґрунту.

Розтягнення клітин у осевих органах запускається підвищенням водності до граничного рівня [8,16]. Транспорт води через аквапоріни проходить пасивно за градієнтом водного потенціалу і без затрат енергії [6]. Він відбувається у прямому та зворотному напрямках в клітину та із неї залежно від напрямку осмотичного градієнту. Вхід води у клітину опосередковано функціонуванням плазмалемних аквапоринів, а потрапляння води у вакуоль забезпечується тонопластними аквапорінами [5,18].

Трансмембранне перенесення води в рослинах залежить від вмісту аквапоринів в мембранах і питомої водної проникності окремих ізоформ, рівня відкритості водних каналів [4,7]. Під час проростання насіння при інтенсивному поділі клітин синтезуються аквапорини плаزمалем, а у клітинах, що розтягуються одночасно утворюються аквапорини тонопласта. Інтенсивність синтезу аквапоринів плазмалем і тонопласта залежить від умов водного забезпечення насіння, що регулює активність ростових процесів на початкових етапах онтогенезу.

Посуха є складним явищем [11], яке спричиняє багато шкоди під час вирощування сільськогосподарських культур. Важливе значення для практичної селекції озимої пшениці та її вирощування в природних зонах з періодично виникаючими посухами має посухостійкість рослин в період активної вегетації культури. Визначення фізіологічних особливостей посухостійкості окремих сортів дає змогу обрати алгоритми генетичного

покращення культури. Посуха негативно впливає на ріст та розвиток озимої пшениці, що приводить до зниження кількісних та якісних показників врожаю зерна. В умовах нестачі вологи в ґрунті та повітрі прискорюється процес старіння і відмирання листків та інші негативні наслідки що призводять до пригнічення фізіологічних процесів при реалізації генетичного потенціалу сорту. Вивчення фізіологічних особливостей при дії посухи на рослини озимої пшениці дає змогу встановити стійкість рослин окремих генотипів до нестачі вологи з метою отримання високопродуктивної культури.

Під час посіву озимої пшениці в багатьох регіонах вирощування мають місце посушливі умови [12], які негативно діють на процес росту. Досить важливим показником адаптивності рослин пшениці до посухи є швидкість росту пагонів і особливо наростання кількості зародкових коренів та їх довжини, що дає змогу краще використовувати рослинам незначні запаси вологи у верхньому горизонті ґрунту. За рахунок достатньо розвиненої кореневої системи озимої пшениці збільшується період активної роботи фотосинтетичного апарату листків, посилюється адаптивність рослин і як наслідок продуктивність культури в цілому. **Метою роботи** було вивчення осморегуляторних властивостей насіння різних сортів озимої пшениці в умовах концентрованих розчинів осмоліту (сахарози) через здатність його до проростання, інтенсивності коренеутворення і росту коренів та пагонів у довжину.

Матеріали і методи. В лабораторних умовах нами вивчено посухостійкість сортів озимої пшениці: Ювілейна 100 - створений в КНДІСН ім. П.П. Лук'яненка разом з Північнокубанською дослідною станцією; Розкішна та Гордовита – створені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН; Сонечко – отриманий в Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ. Для досліджень було обране елітне насіння сортів озимої пшениці з високими якісними показниками. Посухостійкість пшениці на ранніх етапах онтогенезу визначали шляхом пророщування насіння на розчинах сахарози з високим осмотичним тиском [17]. Метод заснований на здатності насіння різноманітних сортів проростати в розчинах сахарози різної концентрації і дає змогу виділити стійкі до дефіциту ґрунтової вологи рослини на перших етапах онтогенезу (період сходів – кушіння). В якості контролю - насіння озимої пшениці різних генотипів пророщували на дистильованій воді. Стійкість рослин до екстремального фактора характеризували за наявністю поглинальної здатності насіння, яка перевищує спроможності зовнішнього розчину сахарози. Здатність насіння сорту проростати при незначних кількостях вологи, та зберігати інтенсивність коренеутворення, ріст пагонів і коренів у довжину сприймали за його посухостійкість.

Для проведення дослідів застосовували широкий діапазон концентрацій розчинів сахарози з осмотичним тиском від 12 до 22 атм с градацією в 2 атм. В чашках Петрі з 10 мл розчину на фільтрувальному папері рівномірно розміщували непошкоджене насіння сортів пшениці озимої по 10 штук в кожній. Насіння пророщували у закритих кришками чашках, за температури 22

°C, протягом тижня у темному місці. Потім підраховували кількість пророслого насіння, вивчали інтенсивність лінійного росту пагонів, утворення зародкових коренів та їхню найбільшу довжину в кожному варіанті. Досліди проводили у чотирикратній повторності. Статистичний аналіз отриманих даних проведено за загально прийнятою методикою [9].

Результати та їх обговорення. Після впливу високого осмотичного тиску розчину сахарози встановлено значний відсоток пророслого насіння озимої пшениці сорту Ювілейна 100 (рис.1). Достовірну різницю з контрольним варіантом досліду цього сорту спостерігали тільки при застосуванні максимально використаної концентрації сахарози з осмотичним тиском 22 атмосфери. Кількість пророслого насіння за дії такої концентрації зменшувалась на 26,6%. В діапазоні концентрацій з осмотичним тиском від 12 до 20 атмосфер кількість пророслих насінин даного сорту фактично не змінювалась відносно контролю. Це характеризує насіння сорту, що має достатньо високу здатність засвоювати воду з накопиченням осмотично-активних речовин в умовах концентрованих розчинів осмоліту.

Подібну тенденцію спостерігали при вивченні сорту Гордовита. Істотну різницю зниження кількості пророслого насіння виявлено при застосуванні концентрації розчину з тиском 22 атмосфери. Зменшення кількості проростків відносно контролю сягало 21,5%.

Вивчення дії осмотичного тиску на сорти Сонечко та Розкішна показало значну здатність насіння до проростання в штучно створених екстремальних умовах. Не було відмічено суттєвої різниці відносно контролю по кількості пророслого насіння в умовах дії різних концентрацій сахарози. Забезпечення значної кількості проростання насіння різних генотипів в умовах концентрованих розчинів осмоліту можливо відбувалось за рахунок достатнього синтезу гіберелової кислоти, та посилення утворення білків різного функціонального значення.

Інтенсивність наростання зародкових коренів на дистильованій воді у проростків пшениці озимої сортів Ювілейна 100, Гордовита, Сонечко та Розкішна залежала безпосередньо від генотипу рослин (рис. 2). Найбільшу кількість коренів спостерігали через тиждень після замочування у воді у сортів Розкішна та Ювілейна 100. Їхня кількість складала в середньому 5 шт на одну рослину. Дещо меншу кількість утворених коренів спостерігали у сортів пшениці озимої Гордовита та Сонечко відповідно 3,9 та 4,6 шт.

Різноманітну реакцію сортів пшениці відзначали при використанні розчину сахарози з осмотичним тиском 12 атм за утворенням зародкових коренів. Кількість зародкових коренів сортів Ювілейна 100 та Розкішна суттєво знижувалась. Сорти Гордовита та Сонечко виявились більш стійкішими до негативного впливу даної концентрації розчину сахарози на процеси ризогенезу, де кількість зародкових коренів наближалась до контрольних значень.

Утворення коренів в розчині з осмотичним тиском 14 атм зменшувалась в усіх досліджуваних сортів приблизно до однакового рівня. Найбільше

пригнічення коренеутворюючої здатності за концентрації розчину осмоліту 16 атм помічали у сорту Гордовита. Більш низьку здатність протистояти штучно створеному негативному фактору при утворенні коренів також відмічено у сортів озимої пшениці Сонечко та Ювілейна 100 за дії осмотичного тиску 18 атм, сорту Розкішна 20-22 атм. Після зниження коренеутворюючої здатності сорту Гордовита з підвищенням осмотичного тиску розчину до 18 атм встановлено зростання кількості зародкових коренів проростків пшениці, що можливо пов'язано з адаптаційними можливостями сорту до нестачі вологи при проростанні. Імовірно така тенденція пов'язана з впливом певної концентрації сахарози на активацію утворення осмолітів у клітинах та аквапоринів у мембранах тонопласта і плазмалемі. Останні здатні додатково забезпечити водою за рахунок більш високої проникності та відкритості водних каналів. Характер прояву посилення коренеутворення залежав від реакції генотипу на стресову дію концентрованих розчинів сахарози.

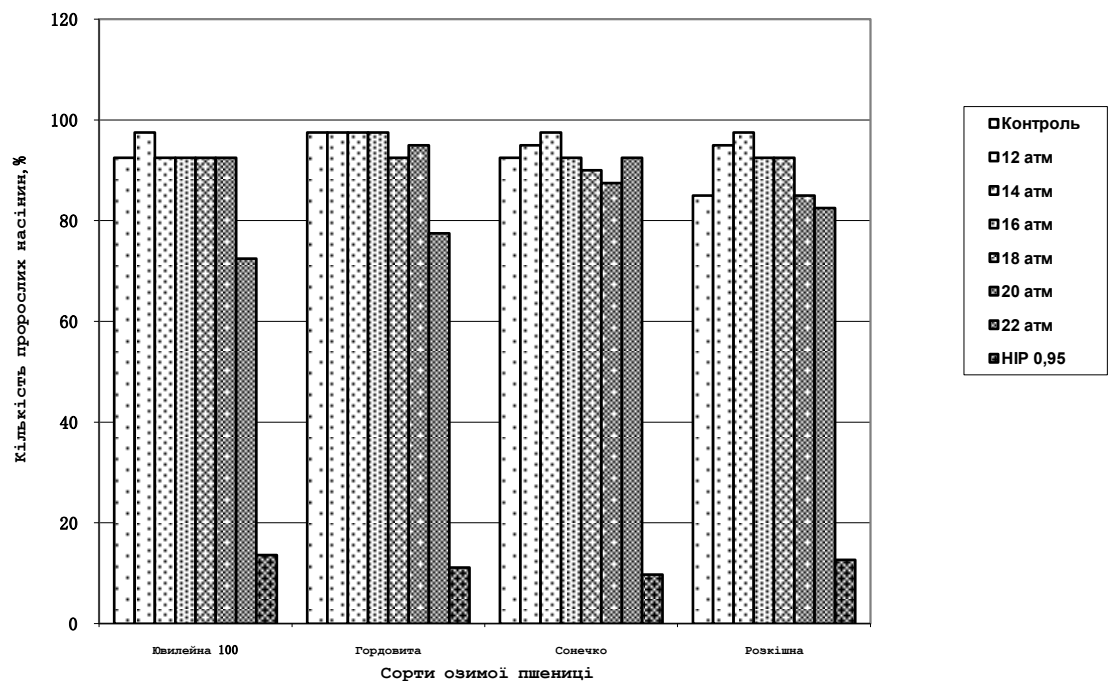


Рис. 1. Проростання насіння сортів озимої пшениці за різних умов осмотичного тиску.

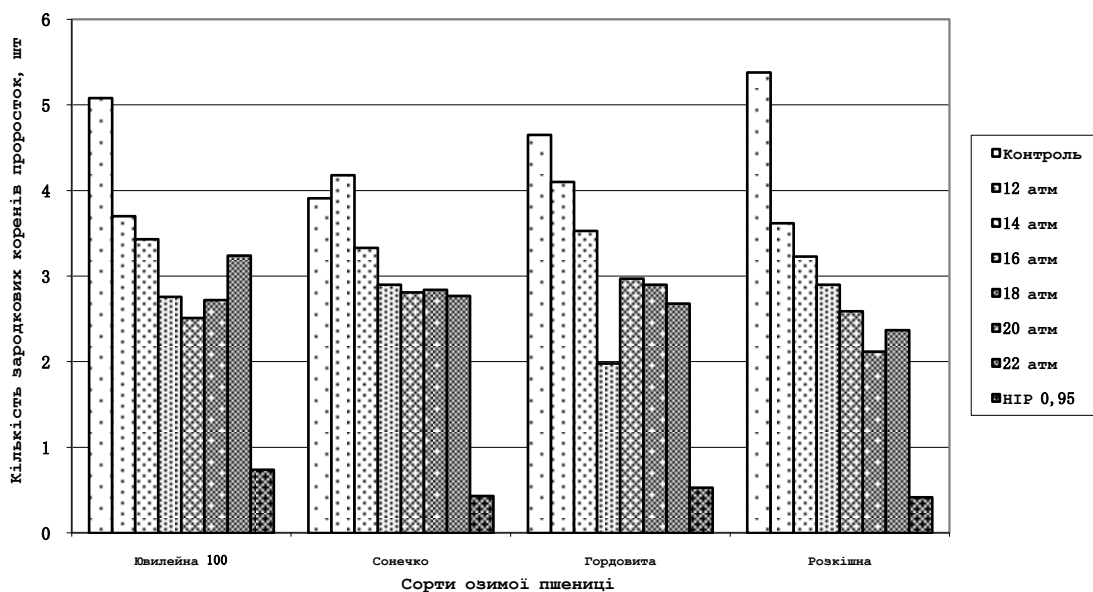


Рис. 2. Наростання зародкових коренів сортів озимої пшениці залежно від осмотичного тиску розчину.

Важливою характеристикою стійкості озимої пшениці до посухи окремих сортів, є здатність до росту коренів у довжину. Це дає більше можливостей, особливо, на ранніх етапах росту та розвитку, для забезпечення рослин пшениці вологою з нижчих горизонтів ґрунту. Під час проростання насіння пшениці на дистильованій воді відмічали значні відміни, залежно від сорту, лінійного росту зародкових коренів (рис. 3). Найбільшу довжину зародкового кореня спостерігали у сортів Розкішна – 11,84 см та Гордовита – 10,8 см. Менш інтенсивне наростання довжини найдовшого зародкового кореня відбувалось у сортів пшениці Ювілейна – 100 та Сонечко. Їхні показники відповідно склали 5,53 см та 7,36 см. В умовах підвищеного осмотичного тиску 12 атм ріст коренів у довжину значно пригнічувався у всіх сортів. Найбільше гальмування лінійного росту коренів спостерігали у проростків пшениці сортів Сонечко та Ювілейна 100, де зменшення довжини найбільшого зародкового кореня визначалось відповідно до рівня 2,14 та 2,4 см. Найбільш інтенсивний ріст у довжину коренів за цієї концентрації спостерігали у сорту Гордовита за значенням 3,46 см.

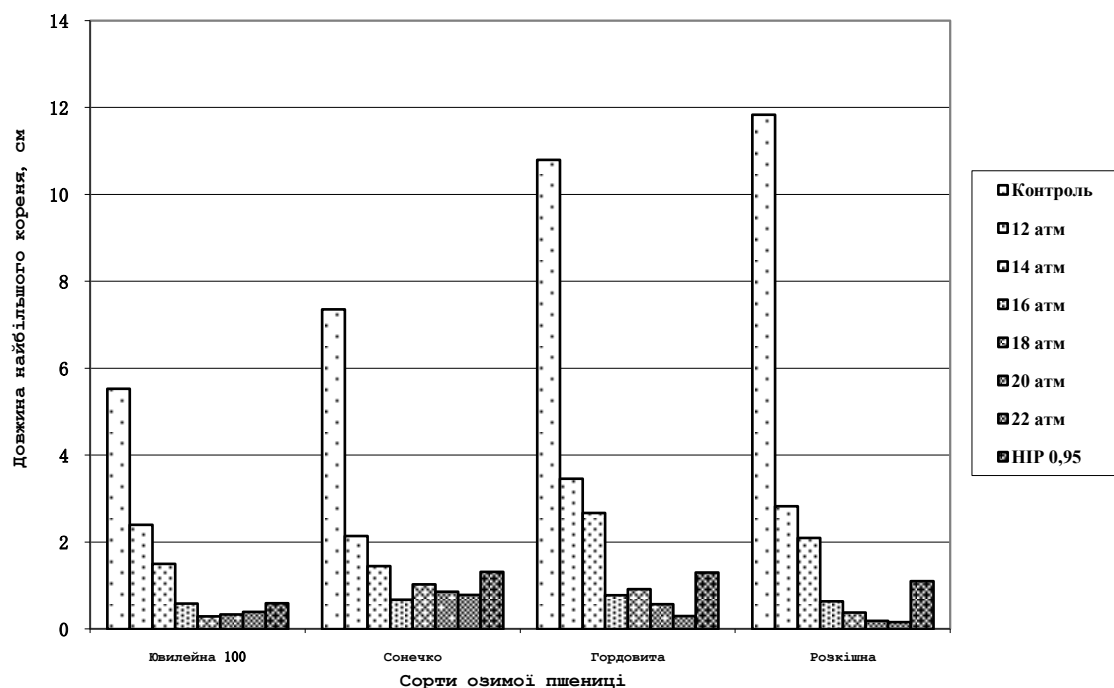


Рис. 3. Інтенсивність росту зародкових коренів у довжину сортів озимої пшениці в умовах високого осмотичного тиску

Пророщування насіння пшениці в умовах більш високого осмотичного тиску призводило до гальмування росту коренів з індивідуальною відповіддю кожного сорту на стрес. Наростання кореневої системи у проростків сорту Ювілейна 100 зменшувалось з підвищенням осмотичного тиску.

У сорту Сонечко лінійний ріст коренів пригнічувався на всіх рівнях осмотичного тиску, що досліджувались. Відмічено зниження росту коренів від рівня 16 атм та в умовах розчинів сахарози більш високої концентрації. Подібну тенденцію у послабленні росту коренів у довжину спостерігали у проростків сорту Гордовита, але з більш інтенсивним пригніченням при максимально взятих концентраціях розчинів.

Ріст коренів у довжину сорту Розкішна у діапазоні концентрацій з осмотичним тиском 14-22 атм відрізнявся тенденцією поступового зниження довжини найбільшого зародкового кореня з підвищенням концентрації розчинів сахарози.

Інтенсивність росту пагонів сортів озимої пшениці у довжину на дистильованій воді значно відрізнялась залежно від генотипу (рис. 4.). Найбільш довгими виявились пагони через тиждень після пророщування насіння у сортів Розкішна – 10,23 см та Гордовита 10,1 см. Найменша довжина пагонів в середньому складала у сорту Ювілейна 100 – 5,69 см, що говорить про суттєву відмінність в рості пагонів на початкових етапах онтогенезу.

Створення умов з високим осмотичним тиском розчину спричиняло значне пригнічення лінійного росту пагонів усіх сортів. Посилення гальмування росту

відбувалось зі збільшенням концентрації сахарози. Більш стійкими до дії осмостресу в діапазоні концентрації сахарози 12-14 атм виявились сорти Сонечко та Гордовита. З підвищенням концентрації розчинів 16 – 22 атм відмічено подальше гальмування росту і встановлено незначну різницю між показниками інтенсивності росту у сорту Ювілейна 100. Подібну реакцію проростків в умовах високого осмотичного тиску відмічено у сортів Гордовита та Сонечко. Ростова реакція пагонів проростків сорту Розкішна в умовах осмотичного тиску 16-22 атм мала подібний характер росту пагонів у довжину відносно інших рослин сортів.

Як відомо, більш інтенсивний ріст пагонів та коренів у довжину у окремих генотипів озимої пшениці, пов'язаний з синтезом аквапоринів плазмалеми і особливо тонопласта, який знаходиться в прямій залежності від водного забезпечення насіння в умовах високого осмотичного тиску. Водне забезпечення проростків у штучно-створених посушливих умовах безпосередньо залежить від генетичних особливостей сорту та біохімічного складу його зернівок здатних утворювати необхідну кількість та якісний склад клітинних осмолітів. За дефіциту води можуть утворюватись білки, які здатні підвищувати водозатримувальну здатність цитоплазми і підтримувати тургорний потенціал клітин. В осмотичній регуляції беруть участь іони K^+ , Na^+ , Cl^- , амінокислоти, поліаміни, амонійні сполуки, цукроза, поліоли, олігоцукри [10].

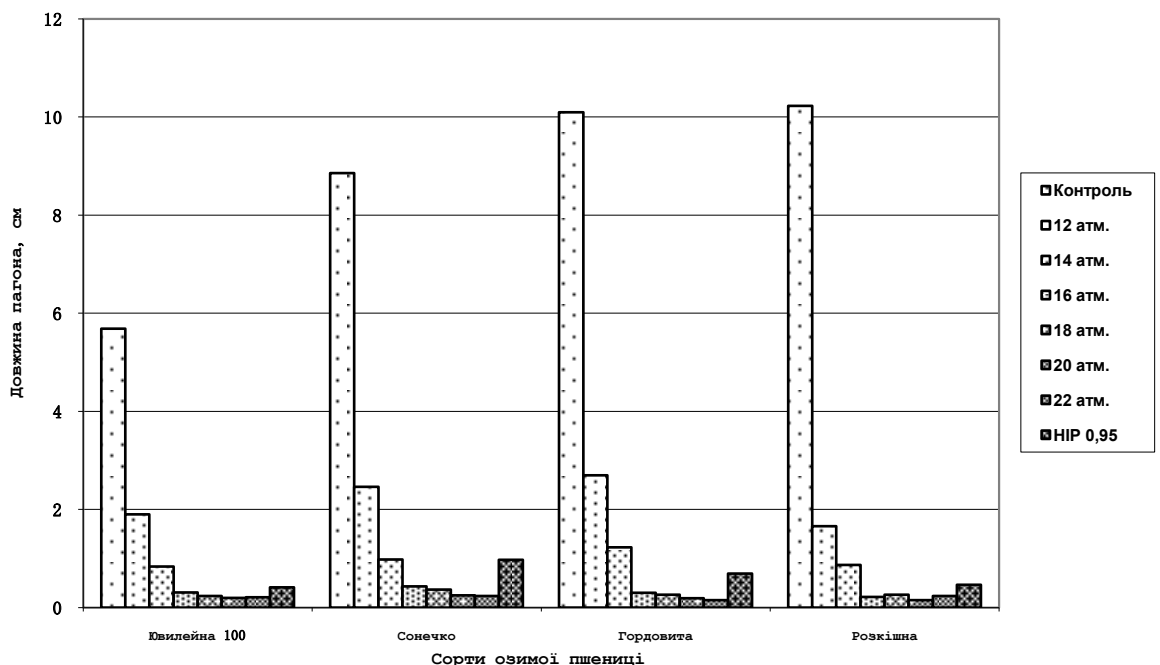


Рис.4. Інтенсивність росту пагонів сортів озимої пшениці за високого осмотичного тиску

Висновки. З результатів проведених досліджень установлено, що в умовах екстремального осмотичного тиску розчину сахарози до проростання здатне насіння сортів озимої пшениці Ювілейна 100, Розкішна, Гордовита, Сонечко. Насіння сортів Сонечко та Розкішна мають стабільно високу здатність проростати на концентрованих розчинах сахарози без зниження кількості проростків. У сортів Ювілейна 100 та Гордовита відбувається зменшення пророслого насіння за тиску 22 атм.

Визначено різноманітну реакцію сортів пшениці за зниженням кількості зародкових коренів в умовах з осмотичним тиском 12-22 атм. Найбільше зменшення утворення коренів встановлено у сортів озимої пшениці Сонечко та Ювілейна 100 за дії осмотичного тиску 18 атм, сорту Розкішна 20 атм. Встановлено незначне збільшення зародкових коренів проростків пшениці після зниження коренеутворюючої здатності сорту Гордовита з підвищенням осмотичного тиску розчинів до 18 атм.

Установлено в умовах підвищеного осмотичного тиску значне пригнічення росту коренів у довжину. Найбільш інтенсивний ріст коренів у довжину, після дії високого осмосу, визначено у проростків сорту Гордовита. При пророщуванні насіння пшениці в умовах високого осмотичного тиску виявлено індивідуальну відповідь інтенсивності росту коренів у довжину кожного сорту озимої пшениці на створений стрес.

З'ясовано, що в умовах з високим осмотичним тиском відбувається пригнічення лінійного росту пагонів пшениці озимої. Найбільш стійкими до дії осмотичного тиску розчину 12 атм є проростки сортів Сонечко та Гордовита. Посилення гальмування росту пагонів проходить з підвищенням концентрації сахарози осмотичного тиску у діапазоні 14-22 атм на всіх сортах, що досліджувались.

Бібліографічний список

1. *Bewley J.D.* Seed Germination and Dormancy // *Plant Cell*. - 1997. - V. 9. - P. 1055–1066.
2. *Finch Savage W.E., Leubner Metzger G.* Seed Dormancy and the Control of Germination // *New Phytol.* -2006. - V. 171. - P. 501–523.
3. *Holdsworth M.J., Bentsink L., Soppe W.J.* Molecular Networks Regulating Arabidopsis Seed Maturation, After Ripening Dormancy and Germination // *New Phytol.* - 2008. - V. 179. - P. 33–54.
4. *Harvengt P., Vlerick A., Fuks B., Wattiez R., Ruysschaert J.M., Homble F.* Lentil Seed Aquaporins Form a Hetero Oligomer Which Is Phosphorylated by a Mg^{2+} Dependent and Ca^{2+} Regulated Kinase // *Biochem. J.* - 2000. V. 352. - P. 183–190
5. *Javot H., Maurel C.* The Role of Aquaporins in Root Water Uptake // *Ann. Bot.* - 2002. - V. 90. - P. 301–313.
6. *Maurel C.* Plant Aquaporins: Novel Function and Regulation Properties // *FEBS Lett.* - 2007. - V. 581. - P. 2227–2236.

7. Maurel C., Verdoucq L., Luu D.T., Santoni V.P. Plant Aquaporins. Membrane Channels with Multiple Integrated Functions // Annu. Rev. Plant Biol. - 2008. - V. 59. - P. 595–624.

8. Obroucheva N.V. Seed Germination: A Guide to the Early Stages. Leiden: Backhuys Publ., 1999.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: Учебник. - М., 1985.

10. Жук О.І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води // Физиология и биохимия культурных растений. – 2011. – Т. 43, №1. – С. 26-37.

11. Литвиненко Н.А., Лешин В.Н. Селекция озимой мягкой пшеницы на засухоустойчивость // Вестник сельскохозяйственной науки. -1991. -№4. - С. 130-135.

12. Моргун В.В., Шадчина Т.М., Кірізії Д.А. Фізіолого-генетичні проблеми селекції рослин у зв'язку з глобальними змінами клімату // Физиология и биохимия культурных растений. – 2006. – Т. 38, №5. – С. 371-389.

13. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян: Справочник. - Л., 1987.

14. Обручева Н.В., Антипова О.В. Общность физиологических механизмов подготовки к прорастанию семян с различным типом покоя // Физиология растений. - 1999. - Т. 46. - С. 426–431.

15. Обручева Н.В., Антипова О.В. Запуск роста осевых органов и его подготовка при прорастании семян, находящихся в вынужденном покое. 2. Инициация “кислого роста” в осевых органах семян кормовых бобов // Физиология растений. - 1994. - Т. 41. - С. 443–447

16. Обручева Н.В., Антипова О.В. Физиология инициации прорастания семян // Физиология растений. - 1997. - Т. 44. - С. 287–302.

17. Олейникова Т.В., Кожушко Н.Н., Осипов Ю. Методические указания по определению засухоустойчивости сортообразцов пшеницы и ячменя по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением: Методические указания. - Л., 1970.

18. Трофимова М.С., Жесткова И.М., Андреев И.М. и др. Осмотическая водная проницаемость вакуолярных и плазматических мембран, изолированных из корней кукурузы // Физиология растений. - 2001. - Т. 48. - С. 341–348.

УДК 581.1

ДИАГНОСТИКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ОСМОРЕГУЛЯТОРНЫМ СВОЙСТВАМ СЕМЯН

© 2013 В. А. Варакин¹, Н.Ю. Таран²

¹канд. биол. наук, доц. каф. селекции и семеноводства им. Н.Д.
Гончарова

e-mail: varvl13@yandex.ru

Сумской национальный аграрный университет

²*зав. кафедры физиологии и экологии растений докт. биол.наук,
профессор*

e-mail: tarantul@univ.kiev.ua.

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко

Семена озимой пшеницы сортов Краснодарская 99, Эпоха одесская в условиях высокого осмотического давления сохраняют существенную способность к прорастанию с незначительным полиморфизмом (при действии раствора в 22 атм.). Интенсивность корнеобразования, роста зародышевых корней и стеблей в длину у проростков снижается у всех сортов с повышением концентрации сахарозы в водном растворе. Сорт Наталка относительно других в меньшей степени подвержен отрицательному воздействию осмоса, что проявляется в сохранении высокой всхожести семян, снижении угнетения нарастания количества зародышевых корней, роста в длину корней и стеблей проростков.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, засухоустойчивость, осмотическое давление

Возникновение водного дефицита у растений происходит в случае преобладания скорости транспирации над скоростью поглощения воды корневой системой. Ситуация недостатка воды может возникать при засухе [Маменко и др. 2009], в условиях почвенного засоления [Иванов 2013], в условиях низких температур [Лукаткин и др. 2010; Майор 2010]. В условиях почвенного засоления и действия низких температур дегидратация развивается в растениях, когда количество воды в почве достаточно, однако эта вода недоступна для растения. Из-за высокого осмотического давления (низкого водного потенциала) почвенного раствора вода не поглощается корневой системой. При водном дефиците увеличивается концентрация ионов в цитоплазме, возникают нарушения в структуре и функциях биополимеров, нарушается целостность и структура липидного бислоя мембран [Адамовская и др. 2010]. Модификации в мембранах в условиях высокого осмоса приводят к подавлению электрогенеза, изменению внутриклеточной компартментации веществ.

Недостаток воды в клетках проявляется в потере тургора, а на уровне целого растения в обращении градиента водного потенциала в системе почва — корень — побег и ингибировании роста. Выживание растений в условиях водного дефицита зависит от защитных механизмов растения закрепленных генетически. В условиях недостатка воды в клетках изменяется экспрессия *lea* — генов, которая зависит от интенсивности и длительности действия стресса [Baker et al. 1988; Bostock 1992; Bray 1993].

В результате недостатка влаги в почве возникает индукция механизмов устойчивости, что даёт возможность пережить растениям действие стрессора. В

зависимости от интенсивности влияния стресс-фактора возникает угнетение ростовых процессов в растительном организме, изменяется интенсивность процессов дыхания и фотосинтеза, нарушается ферментативная активность [Кушниренко 1989; Лебедев 1990].

Достаточно большое значение, для стабильного получения зерновой продукции и для селекции в целом, имеет подбор генотипов озимой пшеницы, способных переносить дефицит воды в почве и усваивать её в условиях повышенного осмотического давления водного раствора. Известно, что действие экстремальных факторов на растения озимой пшеницы, в том числе гипотермии, существенно снижает в ювенильный период интенсивность ростовых процессов надземной и подземной частей проростков [Жук и та ін. 2001; Варавкін 2011; Жук и та ін. 2002]. Нашей задачей стало выявление устойчивых экотипов озимой пшеницы к высокому осмотическому давлению водного раствора широкого диапазона через ростовую реакцию корней и стеблей проростков.

Методика исследований

Изучали сорта озимой пшеницы, полученные в различных научных учреждениях, разных экологических зон: Краснодарской – Краснодарская 99, одесской – Эпоха одесская и селекции Мироновского института пшеницы им. В.М. Ремесла - Наталка. Для оценки устойчивости к высокому осмотическому давлению использовали методику, которая определяет способность семян прорасти на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением [Олейникова, Осипов 1976]. Определение устойчивости к недостатку воды проводили по проращению семян озимой пшеницы различных генотипов в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. Метод основан на способности семян различных сортов неодинаково прорасти в растворах сахарозы. В качестве контроля семена сортов пшеницы проращивали на дистиллированной воде. Семена, имеющие большую сосущую силу, чем сосущая сила внешнего раствора характеризовали как устойчивые к экстремальному фактору. Высокий процент проросших семян характеризовал способность сорта прорасти в почве при очень малых запасах влаги.

Применяли растворы сахарозы с осмотическим давлением от 12 до 22 атм. с градицией в 2 атм. В чашки Петри помещали кружки фильтровальной бумаги. Отбирали порции неповрежденных семян каждого сорта растений озимой пшеницы и равномерно раскладывали их в чашки по 10 штук в каждую. Чашки закрывали крышками и помещали в темное место. Через неделю подсчитывали количество проросших семян, количество зародышевых корней, длину наибольшего зародышевого корня проростка и длину стебля в каждом варианте [Шевелуха и др. 1989]. Опыт проводили в четырех повторностях. Статистическую обработку данных проводили согласно общепринятым методам [Доспехов 1985].

Результаты и обсуждение

Достоверную разницу по количеству проросших семян озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 в растворах сахарозы разной концентрации наблюдали

при использовании наиболее высокого осмотического давления (22 атмосферы), которое применялось в проводимых нами опытах (табл.1). Тенденция снижения всхожести семян в целом незначительно прослеживалась от уровня 16 атмосфер раствора сахарозы и выше. Это характеризует сорт как имеющий большую поглотительную способность, чем способность внешнего раствора препятствовать проникновению воды, что даёт возможность прорасти в условиях слабой доступности влаги для клеток растений пшеницы.

Количество зародышевых корешков озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 достоверно уменьшалось с повышением осмотического давления раствора сахарозы относительно контроля. Действие осмотического давления в диапазоне с 12 до 16 атм., на образование зародышевых корешков проростков пшеницы, существенно снижало их формирование. Уменьшение количества корешков зависело от роста концентрации раствора сахарозы. Установлено усиление ростовых процессов в нарастании зародышевых корней при повышении осмотического давления раствора до 18 атм. При повышении осмоса до 22 атм. наблюдали снижении корнеобразовательной способности. Колебательную тенденцию нарастания количества зародышевых корней у данного сорта, в условиях высокого осмотического давления, мы связываем с физиолого-биохимическими особенностями, происходящими в цитоплазме клеток в ювенильный период роста озимой пшеницы. Повышение концентрации раствора до уровня 18 атм. усиливало, на наш взгляд, адаптационные возможности проростков растений пшеницы через увеличение количества зародышевых корней.

Таблица 1. Устойчивость проростков озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 к условиям высокого осмоса

Осмотическое давление раствора, атм.	Количество проросших семян, %	Количество зародышевых корешков, шт.	Длина наибольшего зародышевого корня проростка, см.	Длина стебля проростка, см.
Контроль (дистиллированная вода)	87,5	4,93	16,04	11,14
12	95,0	3,07	2,77	1,63
14	87,5	3,05	1,77	0,82
16	77,5	2,65	0,84	0,27
18	80,0	2,91	0,42	0,36
20	75,0	2,72	0,29	0,28
22	70,0	2,20	0,21	0,17
НСР ₀₅	17,00	0,470	0,635	0,765

Интенсивность роста надземной и подземной частей проростков пшеницы в условиях повышенного осмотического давления водного раствора характеризует возможности генотипа выживать в экстремальных условиях. После действия на проростки озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 концентрированных растворов сахарозы наблюдали значительное уменьшение наибольшей длины зародышевого корня. С увеличением осмотического давления раствора интенсивность линейного роста корней существенно снижалась. Подобную тенденцию наблюдали в условиях высокого осмоса с ростом стеблей проростков в длину. При этом отмечено положительное действие раствора сахарозы 18 атм. Установлено увеличение длины корней относительно вариантов имеющих более низкую концентрацию подобно их действию на корнеобразовательную способность проростков пшеницы в условиях осмостресса.

Сорт озимой пшеницы Эпоха одесская в ювенильный период проявлял повышенные адаптационные возможности в условиях высокого осмоса (табл.2). Существенное снижение количества проросших семян наблюдали только в условиях максимально взятой нами концентрации раствора 22 атм., где происходило уменьшение количества проростков на 15%.

Отмечено, что в результате действия высокого осмотического давления на прорастающие семена происходило снижение количества образовавшихся зародышевых корней проростков при повышении концентрации водного раствора сахарозы. Установлено положительное влияние осмотического давления в 16 атм. на корнеобразование относительно действия концентраций в 12 и 14 атм. через усиление реализации адаптационных возможностей сорта.

Длина зародышевого корня проростков озимой пшеницы сорта Эпоха одесская уменьшалась в условиях опыта с повышением концентрации водного раствора сахарозы, за исключением действия осмотического давления в 16 атм. Аналогичную ростовую реакцию на повышенный осмос наблюдали у стеблей проростков пшеницы с проявлением положительного пика при таком же давлении в растворе сахарозы.

Таблица 2. Интенсивность роста проростков озимой пшеницы сорта Эпоха одесская в условиях высокого осмотического давления

Осмотическое давление раствора, атм.	Количество проросших семян, %	Количество зародышевых корешков, шт.	Наибольшая длина зародышевого корешка проростка, см.	Длина стебля проростка, см.
Контроль (дистиллированная вода)	92,5	3,91	10,42	8,88
12	87,5	3,23	3,06	1,75
14	80,0	2,33	0,76	0,27
16	97,5	2,67	1,47	0,58

18	80,0	2,32	0,28	0,19
20	82,5	1,86	0,25	0,16
22	77,5	1,66	0,23	0,16
НСР ₀₅	13,72	0,794	2,556	1,380

Установлено стабильность при прорастании семян, в условиях повышенного осмотического давления, сорта Наталка селекции Мироновского института им. В.М. Ремесла. Количество проросших семян в экстремальных условиях с высоким осмотическим давлением в диапазоне 12 - 22 атм. практически не отличалось от контрольного значения, что характеризует сорт способным переносить неблагоприятные условия, связанные с недостатком поступления воды в клетки растений, за счёт высокой поглотительной способности семян закрепленной генетически (табл. 3).

Количество зародышевых корней проростков озимой пшеницы сорта Наталка достоверно уменьшалось в опыте с осмотическим давлением 16 атм. и выше. Корнеобразовательная способность данного сорта явно преобладала в условиях высокого осмотического давления по отношению к сортам Краснодарская 99 и Эпоха одесская, что характеризует его как генотип способным реализовать высокий потенциал продуктивности в условиях недостатка влаги в верхних горизонтах почвы. Это подтверждает показатель наибольшей длины зародышевого корешка проростков. Длина корней сорта Наталка, которая постепенно уменьшалась с повышением осмотического давления, значительно превышает показания, полученные у сортов Краснодарская 99 и Эпоха одесская на растворах сахарозы изучаемых концентрацией.

Длина стеблей проростков сорта Наталка с повышением осмотического давления уменьшалась, с образованием пика увеличения при 18 атм. по отношению к предыдущей концентрации раствора. Установлено более интенсивный линейный рост стеблей при осмотическом давлении раствора 12 и 14 атм. относительно к другим изучаемым нами сортам озимой пшеницы.

Таблица 3. Устойчивость проростков озимой пшеницы сорта Наталка к высокой концентрации водного раствора сахарозы

Осмотическое давление раствора, атм.	Количество проросших семян, %	Количество зародышевых корешков, шт.	Наибольшая длина зародышевого корешка проростка, см.	Длина стебля проростка, см.
Контроль (дистиллированная вода)	95,0	3,99	15,12	9,91
12	97,5	4,34	6,85	3,13
14	95,0	4,09	4,34	1,53

16	97,5	2,95	2,03	0,27
18	95,0	2,82	1,37	0,34
20	95,0	2,60	0,70	0,22
22	95,0	2,44	0,51	0,22
НСР ₀₅	10,21	0,606	1,047	0,939

Таким образом, нами выявлено способность семян озимой пшеницы сортов Краснодарская 99 и Эпоха одесская и особенно Наталка, прорасти на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. При изученных концентрациях семена не всходили только частично, что обуславливает наличие полиморфизма по способности прорасти на растворах с разным осмотическим давлением. Дифференциацию по количеству проросших семян фактически установлено у сортов Краснодарская 99 и Эпоха одесская при осмотическом давлении 22 атм., а у сорта пшеницы Наталка она отсутствовала по причине равномерной всхожести на растворах всех изучаемых концентраций. Это характеризует семена изученных сортов, как имеющих высокую поглотительную способность, выше, чем сила внешнего раствора. Значительное количество проросших семян в данных условиях характеризует способность изученных сортов использовать малые запасы влаги в почве, что достаточно актуально в условиях засухи.

Выявлено угнетающее действие концентраций сахарозы на прохождение процессов образования корней. Интенсивность прохождения ростовых процессов при корнеобразовании находится в прямой зависимости от концентрации применяемых растворов сахарозы. Образование корней в условиях высокого осмотического давления зависит от генотипа проростков озимой пшеницы и концентрации раствора. Наиболее высокую корнеобразовательную способность в условиях высокого осмоса выявлено у сорта Наталка.

Линейный рост зародышевых корней и стеблей проростков пшеницы снижается с повышением осмотического давления раствора. Влияние высокого осмотического потенциала на рост корней и стеблей проростков в длину находится в прямой зависимости от генотипа растений озимой пшеницы.

Библиографический список

Адамовская В.Г., Молодченкова А.А., Белоусов А.А., Соколов В.М., Тихонова О.В., Попов С.П., Безкровная Л.Я., Якименко И.А. Активность лектиновых клеточных стенок и нитратредуктазы у проростков кукурузы при действии водного дефицита и гипертермии // Физиология и биохимия культ. растений. 2010. Т. 42. №4. С. 331-338.

Варавкін В.О. Залежність ростової реакції проростків пшениці озимої від дії температурного стресу та обробки етамоном // Вісник аграрної науки. 2011. №11. С. 30-32.

Варавкін В.О. Ріст проростків озимої пшениці після дії температурного стресу та гумата калію // Наукові доповіді НУБІП, №2(24), 2011: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11vvo.pdf

Жук О.І., Григорюк І.П., Варавкін В.О., Булах А.А., Дядюша Л.М., Дульнєв П.Г. Ростова реакція проростків озимої пшениці на температурний стрес та обробку препаратом “Димекс” / // Физиология и биохим. культ. растений. 2001. № 6, т. 33 С. 485-489.

Жук О.І., Григорюк І.П., Варавкін В.О., Булах А.А., Дядюша Л.М., Дульнєв П.Г. Вплив препарату «Гарт» на ріст проростків озимої пшениці після температурного // Физиология и биохим. культ. растений. – 2002. № 1, т. 34 С. 58-62.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Кушниренко М.Д. Водный обмен растений при различной водообеспеченности в связи с засухоустойчивостью и продуктивностью: Водный обмен сельскохозяйственных растений. Кишинёв: Штиинца. 1989. 229 с.

Лебедев Г.В. Дефицит воды и сельскохозяйственное производство. Л.: Химия. 1990. 320 с.

Лукашкина А.С., Шаркаева Э.Ш., Апарин С.В. Ростовые реакции клеток конуса нарастания теплолюбивых растений при действии и последствии пониженных температур // Физиология и биохимия культ. растений. 2010. Т. 42. №3. С. 256-269.

Маменко Т.П., Ярошенко О.А., Якимчук Р.А. Водний статус і продуктивність озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти // Физиология и биохимия культ. растений. 2009. Т. 41. №5. С. 447-453.

Майор П.С. Взаємозв'язок між вмістом вільного проліну, розчинних цукрів та обводненістю тканин у рослинах озимої пшениці протягом осінньо-зимового періоду // Физиология и биохимия культ. растений. 2010. Т. 42. №4. С. 298-305.

Олейникова Т.В., Осипов Ю.Ф. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды./ Л.: Колос, 1976. С. 23-32.

Иванов А.А. Совместное действие водного и солевого стрессов на фотосинтетическую активность листьев пшеницы разного возраста // Физиология и биохимия культ. растений. 2013. Т. 45. №2. С. 155-163.

Шевелуха В.С., Прыгун М.А., Гриб С.И. Способы отбора высокопродуктивных растений ячменя на первом этапе органогенеза / Методические указания. М., 1985. 32 с.

Baker J., Stelle C., Dure L. Sequence and characterization of 6 Lea proteins and their genes from cotton // Plant Mol. Biol. 1988. 11. P. 277-291.

Bostock R.M., Quatrano R.S. Regulation of Em gene expression in rice. Interaction between osmotic stress and abscisic acid // Plant Physiol. 1992. 98. №6. P. 1356-1363.

Bray A.E. Molecular responses to water deficit // Ibid. 1993. 103. №5. P. 1035-1040.