Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա
Национальная Академия Наук Армении
National Academy of Sciences of Armenia

Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Биологический Журнал Армении
Biological Journal of Armenia

•Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •Экспериментальные и теоретические статьи•
•Experimental and theoretical articles•

Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (74), 2021

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.3-64

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՎ ԻՐԱՆԱԿԱՆ ՑՈՐԵՆԻ ՍՈՐՏԵՐԻ ՉՈՐԱԴԻՄԱՑԿՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԵՄԱՏՈՒՄԸ ԸՍՏ *WDHN13* ԵՎ *WCS726* ԴԵՀԻԴՐԻՆ ԳԵՆԵՐԻ ԷՔՍՊՐԵՍԻԱՅԻ ԵՎ ՋՐԻ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՏՈԿՈՍԻ

Բ.ՎԱՀՐԱՄՅԱՆՍ, ԽՈՍՐԱՎԻԶԱԴ, Ա.Հ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
biaynavahrami@gmail.com

Հայկական և իրանական ցորենի տասնհինգ սորտերի չորադիմացկունության մակարդակը համեմատելու նպատակով սերմերը 28 ժամ փորձարկվել են ջրային անբավարարության սթրեսի և ոչ սթրեսային պայմաններում: Ջրային դեֆիցիտ ստեղծելու նպատակով կիրառվել է Պոլի-էթիլենգլիկոլ6000-ի (PEG6000) քիմիական նյութը: Ուսումնասիրվել են ջրի հարաբերական պարունակության տոկոսը (RWC) և *Wdhn13, WCS726* դեհիդրին գեների էքսպրեսիայի մակարդակը հակադարձ տրանսկրիպցիոն ՊՇՌ-ի միջոցով: Ըստ արդյունքների՝ բարձր դիմացկուն էին Նավիդ, Սաբալան, Զարե և Ոսկեհասկ սորտերը: Նշված սորտերում գեների էքսպրեսիայի գործընթացը սկսվեց սկզբնական ժամերում, երբ դեռ ջրի պարունակության տոկոսը բարձր էր: Այդ մակարդակը, 24-րդ ժամում հասնելով գագաթնակետին, հետագայում սկսեց դանդաղ նվազել: Երկրորդ տեղում էին Ազար2, Սաթենի22 և Ախթամար սորտերը, որոնք չեն պահել էքսպրեսիայի բարձր մակարդակը և 24-րդ ժամում նվազել էին: Երրորդ տեղում Սարդարի, Ալվանդ, Փիշգամ, Նաիրի 68 և Արմյանկա60 սորտերն էին, քանի որ այդ սորտերի մոտ արդեն 18-րդ ժամում նկատվել էր էքսպրեսիայի մակարդակի նվազում: Իսկ Միհան, D92 և G31 սորտերը գնահատվեցին որպես զգայուն սորտեր, քանի որ նրանց գեների էքսպրեսիան սկսվեց դեռևս ջրի պարունակության տոկոսի նվազման ժամանակ: Այս սորտերում նվազումը նկատելի էր արդեն 12-րդ ժամում: Այս երկու ուսումնասիրությունները համատեղ, ամուր հիմք են սորտերի դիմացկունությունը որոշելու համար: Աբիոտիկ սթրեսների դեմ պաշտպանող սպիտակուցները ուսումնասիրելով՝ կարելի է ստեղծել դիմացկուն սորտեր, բարելավել սորտի դիմացկունությունը և ստանալ բերքատվության բարձր հատկանիշներով օժտված սորտեր:

Աբիոտիկ սթրես – դեհիդրին գեներ – ջրային դեֆիցիտ – ջրի հարաբերական պարունակություն – ցորեն

В целях сравнения уровня засухоустойчивости пятнадцати возделываемых сортов армянской и иранской пшеницы был проведен одновременный молекулярно-физиологический опыт, в ходе которого семена испытывались в течение 28 часов в стрессовых условиях водной недостаточности и в нестрессовых условиях. Для создания водного дефицита использовалось химическое вещество полиэтиленгликоль 6000 (PEG6000). Был исследован процент относительного содержания воды (RWC) и *Wdhn13* и *WCS120* уровень экспрессии гена дегидрина с помощью ПЦР с обратным транскриптом. В результате высокоустойчивыми оказались сорта Навид, Сабала, Заре и Воскеаск. Процесс экспрессии генов у этих сортов начался в ранние часы, когда процент содержания воды был еще высоким. Достигнув пика к 24-му часу, она позже начала медленно снижаться. На втором месте оказались сорта Азар 2, Сатени 22 и Ахтамар, которые не смогли сохранить высокий уровень экспрессии

и снизились уже на 24-й час. На третьем месте оказались сорта Сардар, Алванд, Пишгам, Наири 68 и Армянка 60, уровень экспрессии которых снижался уже на 18-м часу. А Михан, D92 և G31 были оценены как чувствительные сорта, потому что экспрессия их генов началась, когда процент содержания воды стал снижаться. У этих сортов снижение было заметно уже на 12-м часу.

Эти два совместных эксперимента составляют прочную основу для определения устойчивости сортов. Изучая белки, защищающие от абиотических стрессов, можно создать устойчивые сорта, повысить их устойчивость, получить сорта с высокими характеристиками урожайности.

Абиотический стресс – водный дефицит – гены обезвоживания – относительное содержание воды – пшеница

In order to compare the level of drought resistance of fifteen Armenian and Iranian wheat varieties, the seeds were tested for 28 hours under drought stress and non-stress (controlled) conditions. Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) was used to preparing artificial drought conditions. Also we evaluate relative water content (RWC) and also expression level of *Wdhn13* and *WCS120* DHN genes by using reverse transcription PCR. According to the results, Navid, Sabala, Zare, and Voskehask varieties were highly resistant. The process of gene expression in these varieties began in the early hours, when the percentage of water content was still high. Reaching the peak in the 24th hour, it later began to decline slowly. In the second place were Azar 2, Sateni 22, and Akhtamar which could not maintain the high level of expression was decreased in the 24th hour. Sardari, Alvand, Pishgam, Nairi 68, and Armyanka 60 were in the third place, as the expression level decreased in those varieties already in the 18th hour. And Mihan, D92 և G31 were evaluated as sensitive varieties, because the expression of their genes began when the percentage of water content began to decrease. In these varieties, the decrease was noticeable already in the 12th hour. These two experiments together allow us to determine the resistance of varieties and by studying the mechanism of proteins for abiotic stresses, give us the ability to create resistant genotypes, improve the resistance of the genotypes, and obtain high yield characteristics.

Abiotic stress – dehydrin genes – water deficit – relative water content – wheat

Գյուղատնտեսության ոլորտում 21-րդ դարի ամենակարևոր խնդիրներից մեկը կլիմայի փոփոխությունն է, մասնավորապես գլոբալ տաքացումը: Աբիոտիկ սթրեսները՝ երաշտը, բարձր ջերմաստիճանը, ցուրտը և հողի աղակալումը մշակաբույսերի արտադրողականության նվազման առաջնային գործոններն են [2]: Բույսերի աբիոտիկ սթրեսներին արձագանքող մեխանիզմների ուսումնասիրությունը, կարևորագույն դեր է կատարում բուսաբուծության ոլորտում՝ դիմացկուն սորտեր մշակելու և ստանալու նպատակով: Բույսերն օժտված են սթրեսներին դիմակայելու տարբեր մեխանիզմներով, որոնք ներառում են բույսի ֆիզիոլոգիական փոփոխությունները և սթրեսի հետ կապված գեների էքսպրեսիան: Ջրային անբավարարության պայմաններում բույսերն արտադրում են մի շարք սպիտակուցներ՝ բջիջների նյութափոխանակությունը պաշտպանելու նպատակով:

Սույն աշխատանքում բազմաթիվ սպիտակուցներից հետազոտվել են LEA 2-րդ խմբին պատկանող սպիտակուցները: Այս սպիտակուցները, որոնք ճանաչվում են նաև որպես դեհիդրիններ, հիմնականում կուտակվում են ջրազրկվող բույսերի հյուսվածքներում և գործում են որպես պաշտպանիչ մոլեկուլներ և կանխում բջիջների վնասվածությունը [16]: Դեհիդրինները, ըստ ամինաթթուների հաջորդականության նմանության կառուցվածքային բնութագրերի և իրենց մոլեկուլներում պահպանված հատվածների (K-, Y-, S- և 0), բաժանվում են YnSKn, YnKn, SKn, Kn և KnS դասերի [14], [8]:

YSK2 տիպը կարգավորվում է երաշտի սթրեսի ժամանակ, մինչդեռ SK3, Kn և KS տիպին պատկանող հատվածները՝ երաշտի, ինչպես նաև ցածր ջերմաստիճանի սթրեսի

ժամանակ [13]: Ջրային դեֆիցիտին դիմակայելու գործընթացը մասնավորապես կապված է Kn տիպի հետ, որը նաև ազդում է աղիության, Աբսիզային և Սալիցիլային թթուների պարունակության վրա սթրեսների ժամանակ [7]: *WCS726* (K6) և *WDHN13* (K2)-ն պատկանում են K(n) տիպի դեհիդրինների: 12,8 կիլոդալտոն մոլեկուլային քաշով *Wdhn13*-ը դեհիդրիդների խմբի ամենափոքր ներկայացուցիչն է, որը գտնվում է ցորենի 7-րդ խմբի քրոմոսոմների վրա: Այն հիմնականում ցրտադիմացկունության գեն է, բայց հանդես է գալիս նաև որպես չորադիմացկունության գեն [11]: Իսկ 21 կիլոդալտոն մոլեկուլային քաշով *WCS726*-ը գտնվում է ցորենի 6-րդ խմբի քրոմոսոմներում և կուտակվում է պլազմային թաղանթի շուրջը: Այս սպիտակուցի կուտակումն ուղղակիորեն կապված է ցորենի ցրտահարման և սառեցման դիմաց հանդուրժողականության զարգացման հետ [9]:

Սորտերի չորադիմացկունության մակարդակը որոշելու նպատակով հաշվարկվում է նաև տերևներում ջրի հարաբերական պարունակությունը (RWC), որի միջոցով կարելի է գնահատել տերևների հյուսվածքներում նյութափոխանակության ակտիվությունը և որոշակի ժամանակային կտրվածքով պատկերացում կազմել ջրի դեֆիցիտի մակարդակի և դրան դիմակայելու մասին [5,10]:

Հետազոտության նպատակն է ուսումնասիրել և համեմատել հայկական և իրանական ցորենի սորտերի չորադիմացկունության մակարդակն ըստ *Wdhn13* և *WCS726* դեհիդրինների էքսպրեսիայի, ինչպես նաև ջրային հարաբերական պարունակության: Այս երկու ուսումնասիրությունները համատեղ ամուր հիմք են սորտերի դիմացկունությունը որոշելու համար:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրվել են *Triticum* aestivum ցորենի հայկական՝ Սաթենի 22, Ախթամար, Արմյանկա 60, Ոսկեհասկ, Նաիրի 68 և իրանական Սարդարի, Նավիդ, Ալվանդ, Միհան, Ազար 2, Սաբալան, Զարե, Փիշգամ, D92, G31 սորտերը: Իրանական սորտերի սերմերը ձեռք են բերվել Իրանի Ատրպատական նահանգի գյուղատնտեսական և բնական ռեսուրսների հետազոտական կենտրոնից, իսկ հայկականը՝ երկրագործության և բույսերի պաշտպանության գիտական կենտրոնից: Ցորենի միատեսակ չափսի սերմերը 8 րոպե 0,1% $HgCl_2$-ում ախտահանվելուց հետո ծլեցվել են մթության մեջ 48 ժամվա ընթացքում: Սերմերը տեղադրվել են ֆիլտրի թղթի շերտեր պարունակող պետրիի թասերում և 10 օր մշակվել ցերեկային /գիշերային 25 /20, 16 ժ /8ժ (լույս/մութ) և ջերմաստիճանի ռեժիմով: 10 օրական ծիլերը բաժանվել են երկու խմբի և 28 ժամ հետազոտվել սթրեսային և ոչ սթրեսային պայմաններում: Ոչ սթրեսային պայմանը, որը նաև որպես հսկիչ ծիլերը ստացել են բավականաչափ ջուր, իսկ սթրեսային պայմաններ իրականացնելու նպատակով ծիլերը ստացել են -0.49M Մեգա պասկալ (MPa) օսմոտիկ ճնշում: Օսմոտիկ ճնշում կիրառելու հետևանքով ստացվում է արհեստական երաշտային պայման: -0.49M Մեգա պասկալ (MPa) օսմոտիկ ճնշում ստեղծելու նպատակով թորած ջրին ավելացվել է 20% Պոլիէթիլենգլիկոլ6000 (PEG6000)՝ ըստ Միշելի և Կաուֆմանի մեթոդիկայի [9]: Պոլիէթիլենգլիկոլի կիրառման առավելությունն այլ օսմոտիկ լուծույթների՝ բջջի մեջ չներթափանցելու և բջիջը չվնասելու հատկությունն է [1]: 28 ժամ հետազոտության ընթացքում թե՛ մոլեկուլային և թե՛ ջրի հարաբերական պարունակության հաշվարկները կատարվել են 2, 4, 6, 12, 18, 24 և 28-րդ ժամերում: Ավարտին ծիլերը սառեցվել են հեղուկ ազոտի մեջ և պահվել -40°C ջերմաստիճանում՝ գեներն ուսումնասիրելու նպատակով:

Ջրի հարաբերական պարունակությունը (RWC) հաշվարկելու նպատակով որպես փորձնական նյութ կիրառվել է տերևը: Կշռվել է տերևի թաց քաշը 0, 2, 4, 6, 12, 24 և 28 ժամերի ընթացքում (Fresh weight) դիտարկելու համար: Հաշվարկվել է տերևի հագեցած քաշը (Turgid weight), երբ տերևները 4 ժամ ընկղմել են ջրի մեջ, իսկ ընդհանուր չոր քաշը (Dry weight) չափելու նպատակով տերևները չորացվել են 60 °C-ում 24 ժամ և կշռվել: Տերևի RWC-ն հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով [6]: Բոլոր փորձերը կրկնվել են 3 անգամ:

$$RWC= [(FW– TW) / (TW- DW)] \times 100\%.$$

Wdhn13 և *WCS726* դեհիդրին գեների էքսպրեսիայի մակարդակը որոշելու նպատակով կատարվել են հետևյալ քայլերը.

- ՌՆԹ-ի անջատում ցորենի ծիլերից
- Կոմպլեմենտար ԴՆԹ (Complementary DNA)-ի սինթեզ
- Հակադարձ տրանսկրիպցիոն պոլիմերազային շղթայական ռեակցիա (Reverse transcription polymerase chain reaction)
- Ժել էլեկտրաֆորեզի անցկացում
- ՊՇՌ-ի արդյունքների նորմալացում և տվյալների վերլուծություն:

ՌՆԹ-ն անջատվել է Bio-Rad ընկերության արտադրության (Aurum total RNA) նյութափաթեթի միջոցով: Այնուհետև կոմպլեմենտար ԴՆԹ-ի սինթեզը կատարվել է նույն ընկերության կողմից արտադրված (iScript cDNA Synthesis) նյութափաթեթի միջոցով: Բոլոր գործողություններն իրականացվել են արտադրող ընկերության կողմից ներկայացված մեթոդիկայի համաձայն:

ՊՇՌ-ն իրականացվել է՝ խառնելով 1 միկրո լիտր կոմպլեմենտար ԴՆԹ-ի նմուշը 50 միկրո լիտր ՊՇՌ բուֆերի մեջ, որը ներառում էր (10 միլիմոլ Tris-HCl, 8.3 pH-ով, 1.5 միլիմոլ $MgCl_2$, 50 միլիմոլ KCl) նաև 0,1 միլիմոլ dNTP, 1 միկրո մոլար աջ և ձախ պրայմերներ (աղ. 1) և 0.5 բաժին DyNAzyme DNA պոլիմերազ: Պոլիմերազային շղթայական ռեակցիան անցկացվել է ամպլիֆիկատորում: Ամպլիֆիկացիան կատարվել է (95^0C -5ր, 95^0C - 1ր, 50^0C - 1ր., 72 0 - 1ր) 35 ցիկլ, 72^0C - 10ր) ծրագրով:

Աղյուսակ 1. Ուսումնասիրված գեների պրայմերները

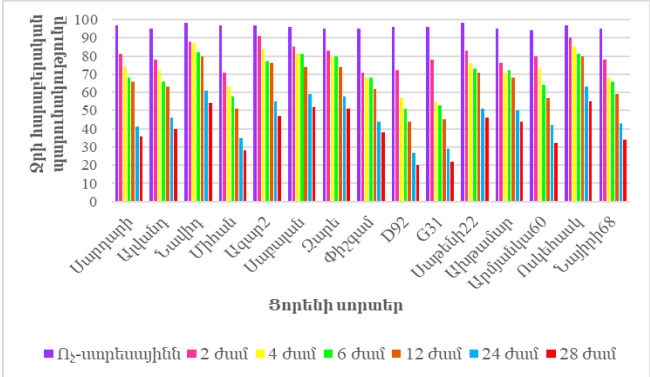
Պրայմեր	Հաջորդականություն	Գրականության աղբյուր
Wdhn13	F- CATCATCCACAAGATCGAGGAG R-CCGTCCTTCTTGTCCTTCTTCT 3′	[12]
WCS726	F-CCATTAGCATCGCCATTTTCC3′ R- ACCACACGCTCCAAACCCTG3′	[4]
B-Actine	F- GCTTCCTCATGCTATCCTTC R- CCAGGAACTTCCATACCAAC	[3]

ՊՇՌ-ից ստացված արդյունքները գնահատվել են 1.2% ագարոզայի գելի միջոցով: Այնուհետև գելը ներկվել է 0,5 միկրոգրամ/միլիլիտր էթիդիումի բրոմիդի մեջ 15 րոպե: Գելերը լուսանկարվել են գել-Դակյումենտ գործիքի միջոցով: ՊՇՌ-ի արդյունքները, Գել-Քուանտնետ ծրագրով վերածվել են քանակական տվյալների: *B-Actine*-ը (42 կԴա) սովորաբար կիրառվում է որպես հսկիչ գեն, քանի որ այն արտահայտվում է բոլոր տեսակի էուկարիոտիկ բջիջների մեջ, և այս սպիտակուցի էքսպրեսիան չի փոփոխվում տարբեր պայմաններում: Որպես ստուգիչ կիրառվել է *B-Actine* գենը, ըստ որի՝ նորմալացվել են մյուս երկու գեների արդյունքները:

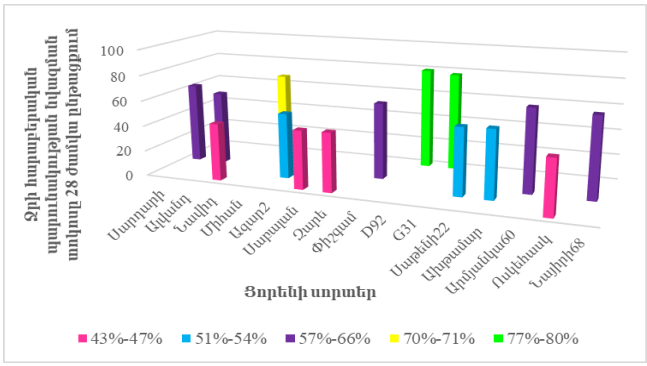
Արդյունքներ և քննարկում: Ոչ սթրեսային պայմաններում RWC-ի տվյալների միջև ոչ մի արտահայտիչ տարբերություն չի նկատվել: Ջրի հարաբերական պարունակությունը սկսել է նվազել ջրային սթրեսի ժամանակ բոլոր սորտերում (աղ. 2 ա): Ըստ գծապատկեր 1-ի՝ 28-րդ ժամում Նավիդ, Սաբալան, Զարե և Ոսկեհասկ սորտերը ամենաքիչ տոկոսով ջրային կորուստն են արձանագրել, որն ըստ հերթականության կազմել է 44.89%, 45.83%, 46.31% և 43.29%: Ազար2, Սաթենի22 և Ախթամար սորտերում ջրի նվազման տոկոսը եղել է 51.54%, 53.06% և 53.68%: Սարդարի, Ալվանդ, Փիշգամ, Արմյանկա60 և Նաիրի68 սորտերում նկատվել է ավելի բարձր տոկոսով ջրային կորուստ՝ 62.86%, 57.89%, 60%, 65.95% և 64.21% հերթականությամբ: Իսկ Միհան, այնուհետև D92 և G31 սորտերում ջրի պարունակության նվազումն ամենաբարձր տոկոսով է գրանցվել, որը կազմել է 71.13%, 79.16% և 77.08%:

***WDhn13* և *WCS726* գեների էքսպրեսիայի մակարդակը:** Երկու գեների պարագայում արդյունքները եղել են նմանատիպ, սակայն մի տարբերությամբ, որ *WCD726* գենի պարագայում չնչին չափով տվյալները եղել են ավելի բարձր: Ոսկեհասկ, Նավիդ, Սաբալան և Զարե սորտերում սթրեսը կիրառելուց երկու ժամ հետո, սկսեց նկատվել էքսպրեսիա, որը 6-րդ ժամում սկսեց աճել, և 24-րդ ժամում այն հասավ իր գագաթնակետին, իսկ 28-րդ ժամում ունեցավ թեթևակի նվազում: Ազար 2, Սաթենի 22 և Ախթամար սորտերում, ի տարբերություն վերը նշված սորտերին, էքսպրեսիայի մակարդակը սթրեսի 12-րդ ժամում հասավ գագաթնակետին, իսկ 18-րդ ժամվանից սկսեց նվազել: Սարդարի, Ալվանդ, Փիշգամ, Արմյանկա 60 և Նաիրի68 սորտերում 4-րդ ժամում էքսպրեսիայի մակարդակը սկսեց աճել, 12-րդ ժամում հասավ գագաթնակետին, այնուհետև մակարդակը սկսեց նվազել: Համեմատած մյուս սորտերի հետ՝ Միհան սորտը եղել է ավելի զգայուն՝ սկզբի 4 ժամերում էքսպրեսիայի մակարդակը եղել է չնչին, 6-րդ ժամում բավականին աճ է ունեցել, իսկ հետո այդ մակարդակը սկսել է նվազել: D92 և G31 սորտերը 4-րդ ժամում էքսպրեսիայի իրենց ամենաբարձր մակարդակն են դրսևորել, որից հետո սկսել են նվազել (գծապատկեր 2):

Գծապատկեր 2. Ցորենի տասնհինգ սորտերի տերևների ջրի հարաբերական պարունակությունը ոչ սթրեսային և սթրեսային պայմաններում, բ.Ջրի հարաբերական պարունակության նվազման տոկոսը 28 ժամվա ընթացքում



ա



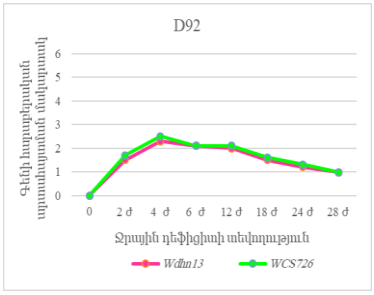
բ

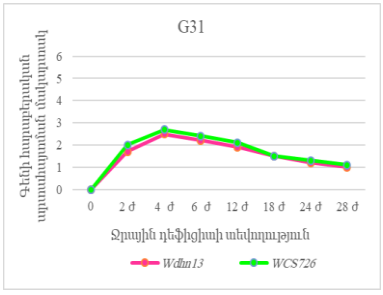
Սույն հետազոտության ընթացքում փաստվեց բույսի կողմից սթրեսի հետևանքով ակտիվացող դեհիդրին սպիտակուցների դերը սթրեսի դեմ պաշտպանության մեխանիզմներում: Ըստ այդմ, տվյալ սպիտակուցները ինչքան բարձր մակարդակի և երկար ժամանակ կարողանան պահել իրենց ինտենսիվությունը, այդքան ի վիճակի են ապահովելու սորտի դիմացկունությունը: Դեհիդրինները ջրազրկման պայմաններում սկսում են ներթափանցել բջջային մեմբրան որպես ալֆա պարույրից բաղկացած սպիտակուցային կառուցվածքներ: Նրանք փոխում են մեմբրանի թերմոդինամիկական վիճակը թաղանթի հիդրոֆոբ կառուցվածքների համադրման պատճառով, ինչը պայմանավորված է թաղանթի հիդրոֆիլ և հիդրոֆոբ խմբերի փոխազդեցությամբ: Սա նշանակում է, որ LEA սպիտակուցի ալֆայի պարուրաձև կառուցվածքը փոխազդում է ֆոսֆոլիպիդային շերտերի հետ և մեծացնում բջջային թաղանթի լայնությունը՝ ավելացնելով բջջի դիմացկունությունը դեհիդրատացիայի նկատմամբ [12]:

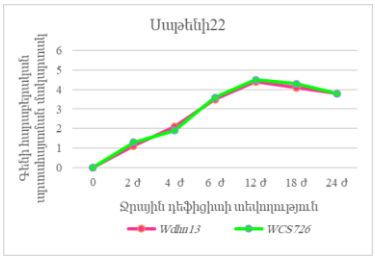
Ըստ արդյունքների՝ ոչ սթրեսային պայմաններում ջրային հարաբերական պարունակության տոկոսի ամենաբարձր կետում գտնվելիս *WDHN13*, *WCS726* գեների էքսպրեսիայի մակարդակը եղել է զրոյական: Սթրեսի ենթարկելու հետևանքով ջրի պարունակությունը ցորենի բոլոր սորտերում սկսեց նվազել, սակայն կախված սորտի դիմացկունության պոտենցիալից, նվազման տոկոսը դիմացկուն սորտերում ավելի քիչ էր՝ ի տարբերություն զգայուն սորտերի: Բարձր դիմացկուն են ճանաչվել Նավիդ, Սաբալան, Զարե և Ռակեհասկ սորտերը, քանի որ նրանց գեների էքսպրեսիայի գործընթացը սկսվեց սկզբնական ժամերում, ջրային բարձր պարունակության տոկոսի և

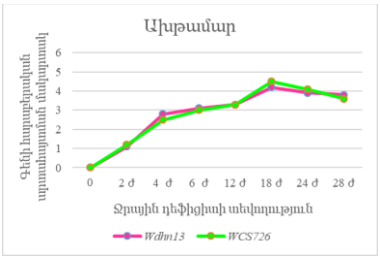
սթրեսի ավելանալուն զուգահեռ աճեց այդ մակարդակը՝ 24-րդ ժամին հասնելով ամենաբարձր մակարդակի արձանագրման, ապա դրանից հետո սկսեց շատ դանդաղ նվազել:

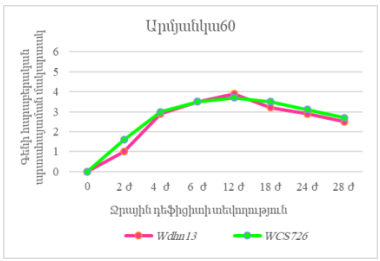
Գծապատկեր 3. *WDhn13* և *WCD726* գեների արտահայտումը 28 ժամվա ընթացքում: Արդյունքները նորմալիզացվել են ըստ *B-Actine* գենի, այնուհետև համակարգչային ծրագրով վերափոխվել քանակական տվյալների

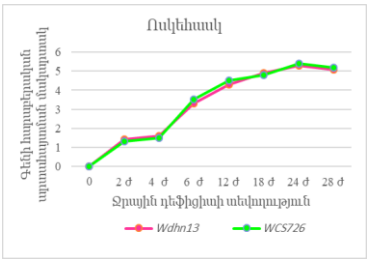


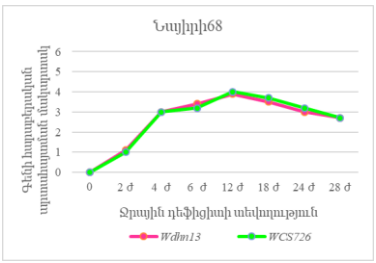












Քիչ տարբերությամբ երկրորդ տեղն են զբաղեցրել Ազար2, Սաթենի22 և Ախթամար սորտերը, այնուհետև թույլ դիմացկուն են ճանաչվել Սարդարի, Ալվանդ, Փիշգամ, Նաիրի68 և Արմյանկա60 սորտերը: Երկու գեների բարձր էքսպրեսիան դիմացկուն սորտերում խոսում է այն փաստի մասին, որ այս սորտերը կարող են նաև օժտված լինել ցրտադիմացկունության պոտենցիալով:

Միհան, D92 և G31-ն գնահատվել են որպես զգայուն սորտեր ջրային դեֆիցիտի պայմաններում: Զգայուն սորտերում գեների էքսպրեսիան իրականացավ սթրեսը կիրառելուց ժամեր անց, այսինքն՝ ջրային պարունակության տոկոսը նվազելու ժամանակ: Սթրեսադիմացկունության գեները գոյություն ունեն թե դիմացկուն և թե զգայուն սորտերում, բայց տարբերությունը նրանց էքսպրեսիան սկսելու ժամանակի և տևողության մեջ է:

Սույն հետազոտությունից կարելի է եզրակացնել՝ դեհիդրին գեների էքսպրեսիան սկսվում է, երբ բույսի հյուսվածքների ջրային մակարդակը դեռևս բարձր է, ինչը ցույց է տալիս այդ սպիտակուցների ներգրավվածությունը ջրի պահպանման գործում:

Այլ կերպ ասած, զգայուն է լինում այն սորտը, երբ սթրեսից պաշտպանող գեների էքսպրեսիան սկսվում է ուշ և չկարողանալով ապահովել ինտենսիվությունը՝ արագ նվազում է: Ըստ այդմ սորտը չի կարողանում լավ դրսևորվել սթրեսային պայմաններում: Աբիոտիկ սթրեսների դեմ պաշտպանող սպիտակուցների ուսումնասիրությունները կարևորագույն դեր են կատարում մոլեկուլային մակարդակում սթրեսադիմացկունության մեխանիզմին ավելի խոր ծանոթանալու, որը հիմք է այդ հատկանիշը կիրառել որպես սելեկցիոն ելանյութ՝ դիմացկուն սորտեր ստեղծելու և բերքատվության հատկանիշները բարելավելու նպատակով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Ahmad N.S., Kareem S.H.S., Mustafa K.M., Ahmad D.A.* Early screening of some Kurdistan wheat (Triticum aestivum L.) cultivars under drought stress. Journal of Agricultural Science, *2*, 9, p. 88-103, 2017. https://doi.org/10.5539/jas.v9n2p88
2. *Ahmed H.G.M.D., Sajjad, M., Li M., Azmat M.A., Rizwa M., Maqsood, R.H., Khan S.H.* Selection criteria for drought-tolerant bread wheat genotypes at seedling stage. Sustainability, Switzerland. № 9, p. 1-17, 2019. https://doi.org/10.3390/su11092584
3. *Asad M., Saeed A., Bahman B., Adel S.* Analysis of expression of WRKY transcription factors under saline conditions in bread wheat (Triticum aestivum). Plant production and genetics. № 2, p 105-117, 2019.
4. *Danyluk J., Carpentier E., Sarhan F.* 1996. Identification and characterization of a low temperature regulated gene encoding an actine- binding protein from wheat. FEBS Lett, №389, p 324-327, 1996.
5. *Flower D.J. & Ludlow M.M.* Contribution of osmotic adjustment to the dehydration tolerance of water-stressed pigeonpea [Cajanus cajan (L.) Millsp.] leaves. Plant, Cell & Environment. № 9, p.33-40, 1986.
6. *Gao J.F.* Technique of Phytophysiology experiments. Higher Education Press, Shaanxi, China. 2006.
7. *Lan T., Gao J., Zeng Q.Y.* Genome-wide analysis of the LEA (late embryogenesis abundant) protein gene family in Populus trichocarpa. Tree Genet. Genomes. № 9, p. 253-264, 2013.
8. *Lisse T., Bartels D., Kalbitzer H.R. Jaenicke R.* The recombinant dehydrin like desiccation stress protein from the resurrection plant Craterostigma plantagineum displays no defined three-dimensional structure in its native state. Biol. Chem. № 377, p. 555-561, 1996.
9. *Michel B.E., Kaufman M.R.* The osmotic pressure of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. № 51, p. 914-916, 1983.
10. *Nisa W, Nisa V., Nagoo S.A., Dar Z.A.* Drought tolerance mechanism in wheat. The Pharma Innovation Journal. *2*, 8, p. 714-724, 2019.
11. *Ohno R., Takumi S., Nakamura* C. Kinetics of transcript and protein accumulation of a low-molecular weight wheat LEA D-11 dehydrin in response to low temperature, Plant Physiology. *169*, 193-200, 2003.
12. *Pogodin S, Slater N.K., Baulin V.A.* Biomolecule surface patterning may enhance membrane association. ACS nano. № 6, p. 1308-1313, 2012.
13. *Rodríguez E.M., Svensson J.T., Malatrasi M., Choi D.W., Close T.J.* Barley Dhn13 encodes a KS-type dehydrin with constitutive and stress responsive expression, Theor. Appl. Genet. № 110, p. 852-858, 2005.
14. *Rorat T.* Plant dehydrins–tissue location, structure and function. Cell Mol. Biol. Lett. № 11, p.536-556, 2006. doi: 10.2478/s11658-006-0044-0

.

Ստացվել է 08.06.2022