



ТУРЛАРАРО ДУРАГАЙЛАРДА ҚУРҒОҚЧИЛИККА ЧИДАМЛИЛИК БИЛАН БОҒЛИҚ ЦИТОГЕНЕТИК ЎЗГАРИШЛАР (*Gossypium* L.)

M.Dj. Xolova¹ mxolova107@gmail.com

D.Q.Ernazarova¹ edilrabo64@gmail.com

L.A. Azimova¹ laylobio@gmail.com

M.T.Xidirov^{1,2} khidirov.tursunkilovich@gmail.com

A.X.Toshpulatov^{1,3} toshpulatovabduqahhor78@gmail.com

M.O.Ne‘matova¹ madinanematova509@gmail.com

F.N.Kushanov¹ fakhriddinkushanov@gmail.com

¹O‘zR FA Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti

Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-yuz MFY e-mail: inst@gen.org.uz

²Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti. info@tdpu.uz

³Toshkent tibbiyot akademiyasi, Toshkent, 100109, Olmazor tumani, Farobiy, 2-uy,
e-mail: info@tma.uz

Аннотация. Ушбу тадқиқотда *Gossypium* туркумига мансуб ёввойи ва маданий турларнинг дурагайлаш натижалари ўрганилиб, қурғоқчиликка чидамлилик билан боғлиқ цитогенетик ўзгаришлар таҳлил қилинди. *Gossypium anomalum* ёввойи тури қурғоқчиликка чидамлилик генларининг истиқболли манбаи сифатида баҳоланди. Тетраплоид маданий турлар ва ёввойи диплоид *G. anomalum* ўртасида дурагайлаш жараёни давомида цитогенетик ноодатийликлар, жумладан, мувозанатсиз тетрадалар ва аномал диадалар кузатилди. Синтетик полиплоидия усуллари орқали F_1C дурагайларининг генетик барқарорлиги ўрганилиб, уларда қурғоқчиликка чидамлилик билан боғлиқ генларнинг мавжудлиги аниқланди.

Тадқиқот давомида мейоз жараёнлари, хромосома ажралиш механизмлари ва цитогенетик параметрлар таҳлил қилинди. Цитогенетик таҳлиллар F_1C дурагайларида қурғоқчилик ва иссиқлик стрессларига жавоб берувчи аномал мейоз конфигурацияларининг шаклланишини тасдиқлади. Иссиқлик стрессларининг спорогенез жараёнига таъсири мейотик индекс ўзгаришлари ва хромосомалар сегрегацияси орқали баҳоланди. Олинган натижалар келажакда қурғоқчиликка чидамли ва ҳосилдор ғўза навларини яратиш учун генетик асослар яратишга хизмат қилиши мумкин. Тадқиқот натижалари селекция жараёнларини такомиллаштириш ва *Gossypium* турларининг экологик хилма хиллигини ошириш учун илмий база сифатида хизмат қилади.

Калит сўзлар *Gossypium*, шакл, споралар, микроспорогенез, шона, аномалиялар, ассоциация, курғоқчилик.

Аннотация. В данном исследовании изучены результаты гибридизации диких и культурных видов рода *Gossypium*, а также проанализированы цитогенетические изменения, связанные с устойчивостью к засухе. Дикий вид *Gossypium anomalum* был оценен как перспективный источник генов устойчивости к засухе. В процессе гибридизации тетраплоидных культурных видов и диплоидного дикого *G. anomalum* были выявлены цитогенетические аномалии, включая несбалансированные тетрады и аномальные диады. Исследование стабильности F₁C-гибридов с использованием метода синтетической полиплоидии подтвердило наличие генов, связанных с устойчивостью к засухе.

В ходе исследования проведён анализ мейоза, механизмов расхождения хромосом и цитогенетических параметров. Цитогенетический анализ подтвердил формирование аномальных мейотических конфигураций у F₁C-гибридов в ответ на засуху и тепловой стресс. Влияние теплового стресса на спорогенез оценивалось по изменению мейотического индекса и сегрегации хромосом. Полученные результаты могут стать основой для создания в будущем засухоустойчивых и высокоурожайных сортов хлопчатника. Данное исследование представляет собой научную базу для совершенствования селекционных процессов и повышения экологического разнообразия видов *Gossypium*.

Ключевые слова: *Gossypium*, форма, споры, микроспорогенез, бутон, аномалии, ассоциация, засуха.

Abstract. This study examines the hybridization results of wild and cultivated *Gossypium* species and analyzes cytogenetic changes associated with drought resistance. The wild species *Gossypium anomalum* has been evaluated as a promising source of drought resistance genes. During the hybridization process between tetraploid cultivated species and diploid wild *G. anomalum*, cytogenetic abnormalities, including unbalanced tetrads and abnormal dyads, were observed. The genetic stability of F₁C hybrids was studied using synthetic polyploidy techniques, confirming the presence of genes associated with drought tolerance.

The research involved an analysis of meiosis, chromosome segregation mechanisms, and cytogenetic parameters. Cytogenetic analysis verified the formation of abnormal meiotic configurations in F₁C hybrids in response to drought and heat stress. The impact of heat stress on sporogenesis was assessed by examining meiotic index variations and chromosome segregation patterns. The findings provide a genetic foundation for developing high-yielding and drought-resistant cotton varieties in the future. This study serves as a scientific basis for improving breeding processes and enhancing the ecological diversity of *Gossypium* species.

Key words: *Gossypium*, variety, spores, microsporogenesis, flower bud, anomalies, association, drought

Кириш

Ѓўза (*Gossypium* L.) бутун дунёда муҳим техник экин бўлиб, пахта толаси етказиб бериш бўйича алоҳида ўрин эгаллайди. Маданий ғўза навлари маълум даражада сувга талабчан. Аммо экин майдонлари тупроқ эрозияси ва деградацияси, чўлланиш ва шўрланиш, иқлим ўзгариши натижасида суғориладиган майдонлар ҳажми қисқармоқда. Қурғоқчилик ҳар қачонгидан ҳам бутун дунё бўйлаб қишлоқ хўжалиги учун катта таҳдид солмоқда. Бундан ташқари, дунёдаги мавжуд чучук сувнинг 70% дан ортиғи суғоришда фойдаланилади. Ушбу қийинчиликларни енгиш учун селекционерлар ҳосилдор, абиотик стрессларга чидамли ва сув ва озуқа моддаларини ўзлаштириш самарадорлигини оширадиган янги экин навларини яратиши мақсадга мувофиқдир.

Қурғоқчиликни одатда ўсимликларнинг ўсиши ва омон қолишига таъсир қиладиган, пировардида ҳосилдорликни пасайтирадиган узоқ вақт сув етишмаслиги деб таърифлаш мумкин. Маданий тетраплоид ғўза турлари репродуктив ривожланишига иссиқлик стресси, айниқса 20°C дан юқори тунги ҳарорат 35°C дан юқори кундузги ҳаво ҳарорати кучли таъсир қилади. Биологик нуктаи назаридан, қурғоқчилик давридаги биринчи ҳодиса хужайрадан сув йўқотиш ёки сувсизланишдир [1]. Қурғоқчиликка чидамлилиги юқори бўлган ўсимликларнинг деярли ҳаммасида ҳосилдорлик ва қимматли хўжалик белги кўрсаткичлари паст. Селекционерлар учун қурғоқчиликка чидамли ҳамда ҳосилдор, қимматли хўжалик белгиларига бой навлар яратиш долзарб муаммолардан биридир.

Материаллар ва усуллар.

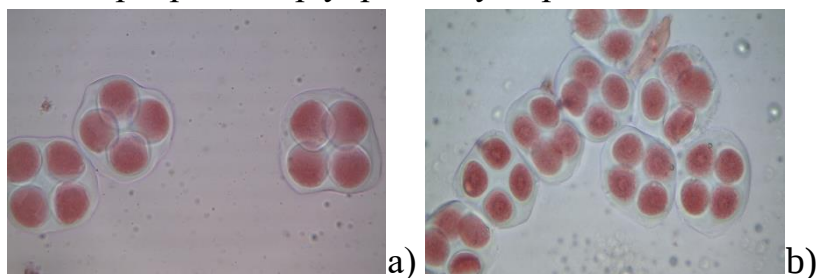
Тадқиқотлар 2022-2025 йилларда ЎзР ФА Генетика ва ўсимликлар экспериментал биологияси институтининг “Ѓўзанинг экспериментал полиплоидияси ва филогенияси” лабораторияси исикхонаси ҳамда лаборатория тажриба даласида олиб борилди.

Тадқиқот объекти сифатида *G.anomalum*, *G.herbaceum* subsp.*pseudoarboreum*, subsp.*frutescens* ва улар иштирокида олинган полиплоид дурагайлар F₁C *G.herbaceum* subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* дурагай комбинациясининг 26D, 27D, 28D рақамли ҳамда F₁C *G.herbaceum* subsp.*frutescens* × *G.anomalum* 31D рақамли дурагай ўсимликлари ўрганилди. *Gossypium* L. туркумига мансуб *G.herbaceum* L. (Афро-осиё ғўзаси) турининг туричи хилма-хилликлари ва диплоид ёввойи ғўза тури *G. anomalum* қисқа кунга кучли талабчан бўлганлиги сабабли, экиб-парваришlash жараёнида Вагнер идишларидан фойдаланилди. Ўсимликлар 16 соат ёруғлик ва 8 соат қоронғулик шароити таъминланган фотопериодик уйчаларда ўстирилди.

Бошланғич манбаларнинг чигитлари майдалиги ҳамда қаттиқ (тошсимон) қобикли бўлганлиги сабабли, чигитнинг микропиляр қисмидаги қобик бироз кесиб ташланди ва Петри идишида 30-32°C ҳароратда термостатда ундирилди. Ниш отган уруғларни 1:1:1 нисбатдаги (гўнг, тупроқ ва қум аралашмаси) тайёрланган гурунт билан тўлдирилган қоғоз тувакчаларга экиб ундирилди.

G. herbaceum subsp. *frutescens* × *G. anomalum*, *G. herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* × *G. anomalum* уруғлар 1см ниш ҳосил қилгандан сўнг колхицин моддасининг 0,2% ли эритмасига солиниб 24 соатга қоронғу жойда сақланди. Экиш ишларда махсус тайёрланган қоғоз идишчаларидан фойдаланилди. Тувакчалардаги ниҳоллар 2-3 та ҳақиқий чинбарг ҳосил қилгандан сўнг Вагнер идишларга ўтказилди. Ўсимликлар махсус фотопериодик назорат остида ўстирилди. Дурагайлаш ишлари умум-қабул қилинган услублар асосида олиб борилди. Намуналардан >20°C ҳароратда шоналар териб келиниб (З.П Паушева 1980) Карнуа фиксаторида (таркиби C₂H₄O₂ ва C₂H₆O 7:3 нисбатда) фиксация қилинди. Шоналар ацетокармин бўёғида бўялиб вақтинчалик препаратлар тайёрланди ва ёруғлик микроскопи ёрдамида таҳлил қилинди.

Дурагай ўсимликларининг шоналарида спорагенез босқичи ўрганилганда ота-она шакллар спорадаларидан фарқ аниқланди. Ота-она шаклларида тўртта тенг ўлчамдаги спораларни асосан мувозанатли тетрадалар ўз ичига олади. *G. herbaceum* subsp. *pseudoarboreum*, *G. anomalum* спорагенез циклида кўп сонли тетрадалар билан биргаликда монада, диадалар, триадалар учради. Бу нормал ҳолат ҳисобланади (1-расм).



1-расм Ёўза намуналарида (a) *G. herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* b) *Gossypium anomalum*) тетрадалар кўриниши.

F₁C 27D *G. herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* × *G. anomalum* дурагайларида спорогенез кўрсаткичлари шуни кўрсатдики, дурагайлар куртаклари ривожланиш босқичидаги гул шоналарида диадалар сони тетрадалар сонига нисбатан тафовутлар йўқлиги кўзга ташланди (1-жадвал).

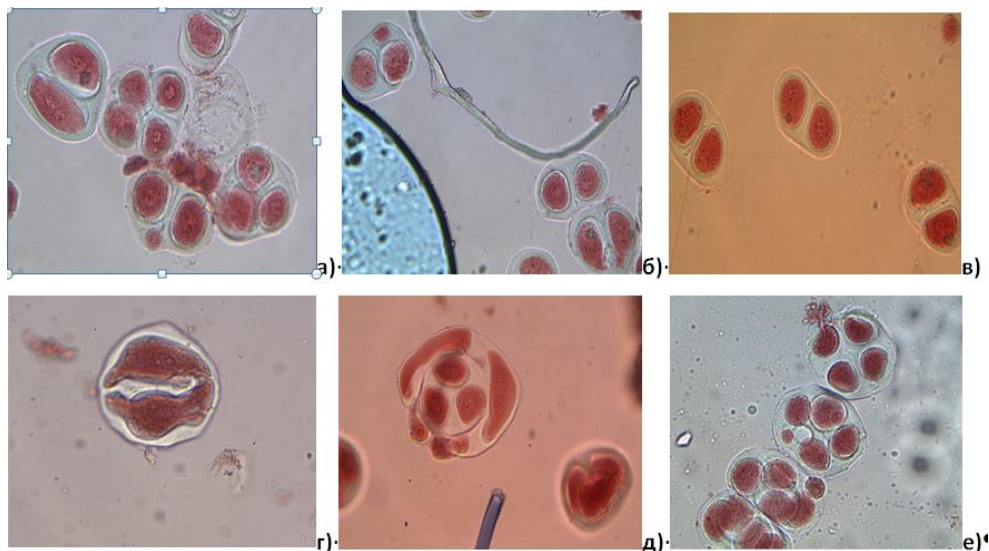
1-жадвал

Ёўза намуналарининг спорада таҳлили.

№	Ўрганилган намуналар	Жа ми спорадалар сони	Мейотик индекси%	Микроядрол и тетрадалар сони %
1	<i>G. anomalum</i>	838	99,76±0,16	-
2	<i>G. herbaceum</i> subsp. <i>pseudoarboreum</i>	709	98,59±0,44	-
3	<i>G. herbaceum</i> subsp. <i>frutescens</i>	803	96,66±0,13	-
4	28D F ₁ C <i>G. herbaceum</i>	324	91,74±1,52	0,80±0,32

	subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>			
5	27D F ₁ C <i>G.herbaceum</i> subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	164	45,50±3,85	0,60±0,60
6	26D F ₁ C <i>G.herbaceum</i> subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	258	85,71±2,17	1,53±0,76
7	31D F ₁ C <i>G.herbaceum</i> subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	788	91,27±1,00	0,25±0,17

27D F₁C *G.herbaceum* subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* дурагайида (45%) диадалар энг кўп конфигурация бўлиб, ундан кейин оддий тетрадалар (55%) ташкил этди. 31D F₁C *G.herbaceum* subsp.*frutescens* × *G.anomalum* дурагайида цитогенетик таҳлил натижаларига кўра шакли ўзгарган микроядроли диадалар ва микроядроли тетрадалар (13%) мувозанатли тетрадалар эса (77%) ташкил этди. Бу меёцитларда хар хил ўлчамдаги спораларнинг мавжудлиги хромосомаларнинг мувозанатсиз ажралиши ва ануплоид хромосомалар тўпламининг шаклланишини кўрсатади [1]. Мейоз жараёни нотўғри хромосома ажралишини акс эттирувчи полиадалар (1-2%) ёки мувозанатсиз тетрадалар (5-15%) конфигурация кўрсатгичларини кўрсатди (2-расм).



2-расм а), б), в) г) 27D F₁C *G.herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* × *G.anomalum*, д), е) 31D F₁C *G.herbaceum* subsp. *frutescens* × *G.anomalum*

Мунозара. Ўсимликларда мейоз микроспорогенезнинг асосий жараёни бўлиб, ўсимликларнинг чатишувчанлиги учун ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Ўзгарувчан ҳарорат шароитлари мейоз жараёнига таъсир кўрсатади Ўсимликларнинг унумдорлиги юқори

хароратга жуда сезгир, юқори харорат телофаза II босқичида радиал микротубула тўпламларининг ёки барқарорлигини бузиш орқали дидалар ва триадаларнинг шаклланишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, юқори харорат мейозда ўзаро таъсир жараёнининг шаклланишида сезиларли четланишларни келтириб чиқарди. Пахитена босқичида синапс бузилган ва ҳар бир хромосома учун мажбурий ўзаро боғлиқлик йўқолиши, натижада II мейоз бўлинишида қисман бир хиллик юзага келган. Диакинезда гомологик бўлмаган хромосомалар орасидаги ўзаро боғланишлар алоҳида бивалентларни бир-бирига туташтирган, бу еса иссиқлик таъсирида гомологик бўлмаган рекомбинациянинг ектопик ҳодисаларини юзага келтиради. Хулоса қилиб айтганда, юқори харорат мейотик индекс ўзаро таъсири ва хужайра деворининг шаклланишига тўсқинлик қилади, бу еса юқори харорат шароитида ўсимлик кариотипининг ўзгариши ва геном еволюцияси учун механик асос яратади [2]. Хароратнинг ошиши (28°C) юқори мейотик рекомбинациянинг частотасига таъсир қилиши мумкин [3]. Бироқ мейоз жараёни жуда юқори харорат даражага қандай жавоб бериши ҳақида кўп нарса маълум эмас. Ўзаро дурагайлар ўртасида фақат 27D *G. herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* × *G. anomalum* F₁C дурагай ўсимлигида (28 °C) юқори харорат шароитлари пуштсизлик яни гулчанглارнинг тўлиқ шаклланмаслигига олиб келди. Иссиқлик стресси натижасида келиб чиққан мувозанатсиз тетрадалар, ғайриоддий дидалар ва полиадалар, мейоз циклига ҳалақит берганлиги тахмин қилинди [4]. Юқори харорат стреслари гомологик хромосомаларнинг ажралиши ва хроматидларнинг конюгациясига таъсир кўрсатади ва иссиқлик стресси туфайли хромосомалар ассоциацияси бузилади [5]. Натижада жиддий морфологик аномалияларни келтириб чиқаради [6]. 31D F₁C *G. herbaceum* subsp. *frutescens* × *G. anomalum* ўсимлик спорада босқичида мувозанатсиз тетрадалар учрагани билан гулчанглар нисбатан шаклланган ва чатишувчанлик даражаси ҳам бир мунча юқори кўрсаткичларни кўрсатди. Бу кўрсаткичлар асосида F₁C дурагайлар геномида қурғоқчиликка чидамли генлар мавжуд деган хулосаларга келинди. Бироқ иссиқлик стресси ўсимликларда кечаётган мейоз ва спорада босқичларига таъсири тўғрисида кўп нарсалар маълум эмаслиги сабабли тадқиқотлар молекуляр, анотомик таҳлиллар асосида давом эттирилишни талаб этади.

Хулоса. Ёввойи диплоид *Gossypium anomalum* тури қурғоқчиликка чидамли генларнинг муҳим манбаи эканлиги аниқланди. (A₁ × B₁) *G. herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* × *G. anomalum*, *G. herbaceum* subsp. *frutescens* × *G. anomalum* дурагайлаш орқали олинган F₁ авлодларда синтетик полиплоидия ёрдамида геном карра оширилди. Спорогенез жараёнида мувозанатсиз тетрадалар ва ноодатий дидалар кузатилди. Цитогенетик таҳлиллар натижалари F₁C дурагайларининг қурғоқчиликка чидамли шакллар эканлигини кўрсатди. 27D дурагайда юқори харорат (28°C дан юқори) пуштсизликка олиб келди, 31D дурагайда эса нисбатан яхши чатишувчанлик кузатилди. Тадқиқот натижалари келажакда қурғоқчиликка чидамли, иссиққа бардошли ва хўжалик жиҳатидан қимматли белгиларга эга янги ғўза навларини яратиш учун асос бўлиб хизмат

қилиши мумкин. Тадқиқотни давом эттириш учун молекуляр ва анатомик таҳлилларни чуқурлаштириш, айниқса юқори ҳароратнинг мейоз жараёнига таъсирини янада батафсил ўрганиш мақсадга мувофиқдир.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. De Storme N., Geelen D. High temperatures alter cross-over distribution and induce male meiotic restitution in *Arabidopsis thaliana* //Communications Biology. – 2020. – Т. 3. – №. 1. – С. 187.

2. Lei X. et al. Heat stress interferes with chromosome segregation and cytokinesis during male meiosis in *Arabidopsis thaliana* //Plant Signaling & Behavior. – 2020. – Т. 15. – №. 5. – С. 1746985.

3. Yeung, E. C., Oinam, G. S., Yeung, S. S., Harry. Anther, pollen and tapetum development in safflower, *Carthamus tinctorius* L //Sexual plant reproduction. – 2011. – Т. 24. – С. 307-317.

4. Kaur, K., Gupta, R. C., & Kumari, S. Cyto-morphological studies of some dicot plants from Rajasthan (India) //Cytologia. – 2015. – Т. 80. – №. 3. – С. 353- 362.

5. Russo G., Krauss M. Septin remodeling during mammalian cytokinesis //Frontiers in cell and developmental biology. – 2021. – Т. 9. – С. 768309.

6. Jäger K., Fábíán A., Barnabás B. Effect of water deficit and elevated temperature on pollen development of drought sensitive and tolerant winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes //Acta Biologica Szegediensis. – 2008. – Т. 52. – №. 1. – С. 67-71.

7. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. Метод. Пособие. – 1980.

Carthamus tinctorius Lei X. et al. Heat stress interferes with chromosome segregation and cytokinesis during male meiosis in *Arabidopsis thaliana* //Plant Signaling & Behavior. – 2020. – Т. 15. – №. 5. – С.