



**Barno B. ORIPOVA,**

PhD, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti, EMU university  
E-mail: barnooripova127@gmail.com Orcid 0009-0001-4869-6698

**Sevara K. ARSLANOVA,**

PhD, O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti

**Marjona O'. MUZAFAROVA,**

O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti

**Dilrabo Q. ERNAZAROVA,**

Biologiya fanlari doktori (DSc), professor

O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti

**Faxriddin N. KUSHANOV,**

Biologiya fanlari doktori (DSc), professor

O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti

O'zR FA Genomika va bioinformatika markazi katta ilmiy xodimi M.Ayubov taqrizi asosida

### G'O'ZA (*G.HIRSUTUM L.*) GENOMIDA AYRIM DNK MARKERLARINING *IN SILICO* TAHLILI

Annotatsiya

Maqolada *G. hirsutum L.* genomi hamda qimmatli xo'jalik belgilariga genetik bog'langan ayrim mikrosatellit DNK markerlardan foydalanib, virtual tahlillar amalga oshirilgan. Identifikatsiya qilingan nomzod gen va oqsillarning funksiyalari xorij olimlari tadqiqotlari natijalarini sharhlash asosida yoritildi. Ushbu ma'lumotlar kelgusida, qimmatli nomzod genlarga asoslangan gen-spetsifik praymerlar tuzish va chuqur molekulyar tadqiqotlarni olib borishga keng yo'l ochadi.

**Kalit so'zlar:** G'o'za, DNK markeri, *in silico* PZR, Blast, Augustus, nomzod gen.

### *IN SILICO* АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ДНК-МАРКЕРОВ В ГЕНОМЕ ХЛОПЧАТНИКА (*G. HIRSUTUM L.*)

Аннотация

В статье проведен виртуальный анализ с использованием генома *G. hirsutum L.* и некоторых микросателлитных ДНК-маркеров, генетически связанных с ценными хозяйственными признаками. Функции выявленных генов-кандидатов и белков уточнены на основе интерпретации результатов исследований зарубежных учёных. Эти данные открывают путь для будущей разработки ген-специфичных праймеров на основе ценных генов-кандидатов и проведения углубленных молекулярных исследований.

**Ключевые слова:** Хлопчатник, ДНК-маркер, ПЦР *in silico*, Blast, Augustus, ген-кандидат.

### *IN SILICO* ANALYSIS OF SOME DNA MARKERS IN THE COTTON GENOME (*G. HIRSUTUM L.*)

Annotation

The article presents a virtual analysis using the *G. hirsutum L.* genome and some microsatellite DNA markers genetically associated with valuable economic traits. The functions of the identified candidate genes and proteins are clarified based on the interpretation of the research results of foreign scientists. These data open the way for the future development of gene-specific primers based on valuable candidate genes and in-depth molecular studies.

**Key words:** Cotton, DNA marker, PCR *in silico*, Blast, Augustus, candidate gene.

**Kirish.** Genlarni annotatsiyalash – bu *in silico* yoki virtual tahlil usullaridan foydalanib, genlarni identifikatsiya qilish, genlar yoki oqsillar ketma-ketligi tahlili asosida ularning funksiyalarini aniqlash jarayonidir.

Bugungi kunda, dunyo olimlari tomonidan *Gossypium L.* turkumiga mansub g'o'zaning 34 ta diploid va tetraploid turlari genomlari sekvenirlangan va NCBI kabi genom-ma'lumotlar bazasiga joylashtirilgan. *Gossypium L.* turkumiga mansub turlar genomlarining birin-ketin sekvenirlanishi natijasida g'o'zaning bir qator qimmatli belgi-xususiyatlariga javobgar genlarning ortologlarini bioinformatik tahlil qilish orqali identifikatsiya qilish imkoniyati yaratildi. Ayniqsa, o'rta tolali g'o'za turi *G. hirsutum* genomining sekvenirlanganligi, bioinformatika usullari va genetik ma'lumotlar bazalaridan foydalanib, markerlangan genom hududlarining qimmatli xo'jalik belgilariga aloqador genlarini identifikatsiya qilish imkoniyatini yaratdi.

Ushbu tadqiqotdan ko'zlangan asosiy maqsad, *Gossypium L.* turkumining 34 ta turlari genomi to'liq sekvenirlangan bo'lishiga qaramay, tola sifati va shu kabi qimmatli xo'jalik belgilariga javob beruvchi aniqlanmagan genlarni identifikatsiya qilishdan iborat.

**Tadqiqotda foydalanilgan uslublar.**

**G'o'za genomi.** Virtual tahlillar uchun NCBI ma'lumotlar bazasidan g'o'zaning *G. hirsutum L.* genomi yuklab olindi.

**DNK markerlar paneli.** Tadqiqotda foydalanilgan namunalarning genetik polimorfizmini aniqlash maqsadida qimmatli xo'jalik belgilariga genetik bog'langan mikrosatellit markerlar to'plami shakllantirildi.

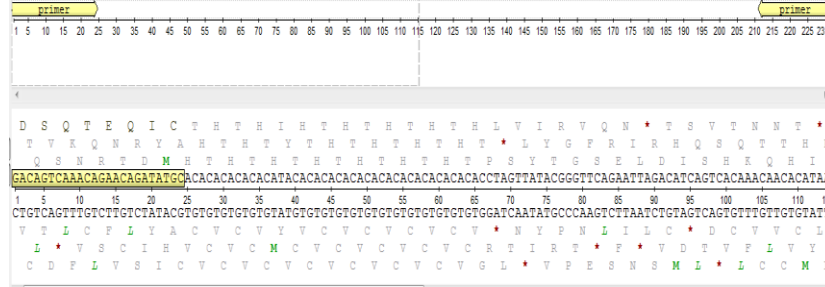
**In silico PZR.** UniPro Ugene dasturiga g'o'za genomini va mikrosatellit markerlar yordamida virtual (*In silico*) PZR skrining amalga oshirildi. Bunda foydalanilgan markerning g'o'za genomida mavjud ekanligi va aynan xromosomadagi pozitsiyasi aniqlandi.

**Augustus.** Virtual tahlil jarayonida sintezlangan amplikonlar asosida aniqlangan g'ozaning genom hududidan ehtimoliy gen va shu genning transkript variantlari aniqlandi.

**Blast tahlili.** Augustus web ilovasi yordamida aniqlangan

**Tadqiqot natijalari.**

UniPro Ugene 1.21 dasturidan foydalanib, g'ozaning *G. hirsutum* turi genomi hamda qimmatli xo'jalik belgilariga genetik bog'langan mikrosatellit DNK markerlari ishtirokida *in silico* PZR tahlili amalga oshirildi. DNK markerlarning to'g'ri tartibdagi (forward) hamda teskari tartibdagi (reverse) praymer ketma-ketliklari to'g'risidagi ma'lumotlari [www.cottongen.org](http://www.cottongen.org) g'ozaga ma'lumotlar bazasidan olindi. Virtual tahlil natijasi ushbu markerlarning g'ozaga genomi turli xromosomalarining ma'lum pozitsiyasida gibrizatsiya bo'lganligini turli juft asosli sintezlangan PZR amplikonlari tasdiqlaydi. (1-rasm).



**1-rasm. BNL3594 DNK markerining G. hirsutum genomiga gibrizatsiyasi**

*In silico* PZR tahlili natijasida ushbu markerlarning g'ozaga genomi tegishli xromosomasidagi pozitsiyasini aniqlash imkoniyati yaratildi (1-jadval).

**1-jadval**

**Tola sifati belgisiga genetik bog'liq bo'lgan mikrosatellit DNK markerlarining xromosomadagi o'rni**

№	DNK marker	Nukleotid ketma-ketligi	Xromosoma raqami va pozitsiyasi
1	DPL0244	GAGGTGGAAGTGGAGATAAAGATG	11 / 92 888 644
		CATCTACATCATGAGACCGAATGT	
2	DPL0300	GAAATATTGCTTGCTGCTTCAGG	25 / 47 782 914
		GGGTCAAACCACGACTTATTAGA	
3	Gh064	GAGAAGCCAATCCATTAAAGA	5 / 56 898 045
		GATAGTGCATCTAGAGAAGGACA	
4	DPL0131	ACATACGGGTGAAATGTACTCCT	26 / 14 931 251
		ATGAATGCAGATCATTACGCCT	
5	DPL0181	AAACCCTAACGTAATTAGCTTCTCG	21 / 98 60 278 26 / 23 221 450
		CCCAGTGAAGGTCTTAAGAAAGAA	
6	Gh247	CTTCTCCGCCACGTAAGTCC	13 / 55 150 023
		CAGCCTAACCAAGAACCCAATCG	14 / 81 95 061
7	HAU1371	GGGGTGTTTGGCTTATTA	11 / 75 657 544
		AGAAGCGATATGAGGTCCAG	18 / 21 946 455
8	HAU1314	GAAAAGCCCTTACCAACAA	16 / 33522168 22 / 22487146
		TCAGTCTCCTATCTCACCTC	
9	BNL3594	AGGGATTTGATTGTTGTGC	10 / 84848795
		TGAATTCAAAACAAATGTTAGCC	

Bunda, g'ozaga genomi tola sifati va boshqa qimmatli xo'jalik belgilarining boshqarilishida ishtirok etuvchi mikrosatellit DNK markerlari asosidagi *fasta* PZR tahlili shuni ko'rsatadiki, ushbu markerlar *G. hirsutum* genomining tegishli gomologik xromosomalaridan joy olgan (2-rasm). Masalan, DPL0244 praymer jufti ketma-ketligi asosida *in silico* PZR tahlili amalga oshirilganda, ushbu marker bilan A11-xromosomadan 139 juft asosli nukleotiddan iborat virtual amplikon sintezlandi va shu tariqa barcha markerlarning xromosomadagi joylashuvi hamda sintezlangan virtual PZR mahsuloti bo'yicha malumotlar olindi.

**2-rasm. Tola sifati va boshqa qimmatli xo'jalik belgilarga genetik bog'langan mikrosatellit DNK markerlarining g'ozaga genomidagi amplifikatsiyasi va xromosomadagi pozitsiyasi**

*In silico* PZR natijalari tahlil qilinganda, foydalanilgan 9 ta SSR markerning 5 tasida bittadan virtual amplikon, 4 ta marker ishtirokida esa ikkita dan amplikon sintezlanganligi aniqlandi.

Tola sifati belgilariga aloqador nomzod genlarni aniqlash maqsadida, mikrosatellit markerlar joylashgan g'ozaga genomi hududlari, ya'ni genomning *in silico* PZR mahsulotlari aniqlangan hududi DNK zanjirining har ikkala tarafdan, 5' yo'nalishi bo'yab yuqori tarafga (upstream) – 50 ming nukleotid juft hamda 3' yo'nalishi bo'yab quyi tarafga (downstream) – 50 ming, jami 10 ming nukleotid qo'shilgan holda amplikonlardan nusxa olindi (2-jadval).

**2-jadval**

## DNK markerlarining upstream va quyi downstream genom hudud

№	Marker nomi	Amplikon o'lchami, juft asos (j.a.)	50 000 j.a. Upstream	50 000 j.a. Downstream	Assotsiatsiya bo'lgan belgi
1	DPL0244	139	92838644	92938782	Tola sifati
2	DPL0300	94	47732914	47833007	Tola sifati
3	DPL0131	190	14881251	14981440	Tola uzunligi, tola pishiqligi
4	DPL0181	149/142	9810278/ 23171450	9910426/ 23271591	Tola sifati, vertitsillozli vilt
5	Gh064	125	56848045	56948169	Tola sifati
6	Gh247	124/158	55100023/ 8145061	55200146/ 8245218	Tolaning bir xilligi va mikroneyr
7	HAU1371	342/340	7560754/ 21896455	75707885/ 21996794	Tola uzunligi
8	HAU1314	133/119	33472168/ 22437146	33572300/ 22537264	Tola sifati
9	BNL3594	181	84798795	84898975	Tola pishiqligi

AUGUSTUS veb ilovasidan foydalanib, *Arabidopsis thaliana* model o'simligi asosida ajratib olingan genom xududidagi ehtimoliy gen va ushbu genning transkript variantlari, shuningdek, oqsillar izlab topildi (3-jadval).

3-jadval

## DNK markerlari genom hududidan izlab topilgan nomzod genlar

№	Marker	Belgi	Nomzod genlar	Gen funksiyasi
1	DPL0300	Tola sifati	1) <i>Receptor-like protein kinase</i> 2) <i>Pentatricopeptide repeat-containing protein At1g62930, chloroplastic-like</i>	1) O'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va stress reaksiyalarini, reproduktiv jarayonni tartibga solish; gul organlari morfogenezi, tuxumdon va changdon differenziatsiyasi va embriogenez bosqichlarining normal kechishida ishtirok etadi [1]. 2) mRNK va tRNKni birlashtirish, mRNKni tahrirlash, RNK barqarorligi va translyatsiya nazorati; plastida va ribosoma biogenezi; xloroplastlar va mitoxondriyalarda RNK funksiyasini tartibga solishni boshqaradi [2].
2	Gh064	Tola sifati	3) <i>IRK-interacting protein</i>	3) Meristemaning saqlanishi va differensiat-siyasi o'simliklardagi retseptorlarga o'xshash kinazlar (RLK) orqali hujayralararo aloqa orqali tartibga solinadi; leysinga boy meristematik RLK retseptorlari bilan birga IRK lar gullash va ildiz uchlari qismida kechadigan sitoplazmatik interaktor reaksiyalarida ishtirok etadi [3].
3	DPL0131	Tola uzunligi, tola pishiqligi	4) <i>Protein ACTIVITY OF BC1 COMPLEX KINASE 3, chloroplastic</i>	4) Tokoferol (E vitamini) metabolizmining asosiy fermenti bo'lgan tokoferol siklaza VTE1 ni fosforillashi mumkin bo'lgan kinaz va oksidlangan alfa-tokoferol ni qayta ishlashda ishtirok etadi va plastoglobullarni barqarorlashtiradi; ABC1K1 bilan birgalikda prenillipid metabolizmi, stressga javob berish va tilakoidlarni qayta qurishda plastoglobul funksiyasiga hissa qo'shadi, doimiy qizil yorug'lik ostida xloroplastlar fotozaranlanishini oldini oladi [4].
4	Gh247	Tolaning bir xilligi va mikroneyr	5) <i>Leucine-rich repeat receptor-like serine/threonine-protein kinase BAM3</i>	5) Erkak gametofiting rivojlanishi, tuxum hujayrasi spetsifikatsiyasi va funksiyasi uchun zarur, barg ichidagi yuqori tartibli tomir iplarini ishlab chiqish va barg shakli, o'lchami va simmetriyasini o'zaro bog'liq nazorat qilish uchun talab qilinadi; BRX, BAM3 va CLE45 protofloem hujayralarining proliferatsiyadan differenziatsiyaga o'tishini rag'batlantiradi va shu orqali ildiz meristemasining o'sish jarayoniga hissa qo'shadi [5].
5	HAU1371	Tola uzunligi	6) <i>Subtilisin n-like protease SBT6.1</i>	6) Subtilizinga o'xshash proteazlar (SBT) o'simliklarga xos bo'lgan serin peptidazalar-ning katta oilasidir. SBTlar rivojlanish jarayonlari va atrof-muhit reaksiyalari bilan bog'liq; <i>GhSBT27A</i> geni qurg'oqchilik stressiga javob berishda ishtirok etadi; SBTlar urug'larning unib chiqishi, hujayra bo'linishi, to'qimalarning differenziatsiyasi, ko'chatlar rivojlanishi, mevalarning pishishi, o'simliklarning qarishi, apoptoz, oqsil parchalanishi va signal uzatilishini boshqarish kabi funksiyalarga ega [6].
6	BNL3594	Tola pishiqligi	7) <i>ABC transporter B family member 15</i>	7) Patogen mikroblar reaksiyalarini tartibga solishda, og'ir metallar va ikkilamchi metabolitlarni tashilishida va o'simliklarning o'sishida, hujayra ichidagi detoksifikatsiya, ion kanallari orqali xlorofil metabolitlari tashilishini tartibga solishda, glikozidlar va pigment metabolitlarini vakuolalarda saqlash jarayonida

7	HAU1314	Tola sifati	8) <i>PTII-like tyrosine-protein kinase At3g15890</i> 9) <i>Cytochrome P450 CYP736A12-like</i>	muhim rol o'ynaydi [7]. 8) O'simliklarning o'sishi va rivojlanishida, lipidlar almashinuvida, oksidlovchi stress reaksiyasida, patogenez bilan bog'liq (PR) genlarning ekspressiyasini tartibga solish kabi himoya reaksiyalarida ishtirok etadi [8]. 9) O'simliklar, hasharotlar va boshqa organizmlardagi ksenobiotiklarni zararsizlantirish uchun juda muhimdir; yuqori o'simliklarda ikkilamchi metabolitlar, antioksidantlar va fitogormonlar ishlab chiqarish uchun zarurdir; ko'p sonli biotik va abiotik stresslarga qarshi himoya mexanizmlarida ishtirok etadi [9].
---	---------	-------------	---	---

Tola sifati va vertitsillyozli vilt kasalligiga chidamlilik belgisiga genetik bog'langan DPL0244 va DPL0181 mikrosatellit markerlarining ajratilgan genom hududidan nomzod genlar topilmadi.

Shunday qilib, bioinformatik dasturlar yordamida aniqlangan qimmatli nomzod gen va oqsillar asosida gen-spetsifik markerlar dizayn qilish, molekulyar tadqiqotlar olib borish, genlarni sekvenirlash, tadqiqot namunalarida ushbu xususiyatni molekulyar jihatdan yanada chuqurroq tadqiq etish va shu asosda tola sifat belgilari yanada takomillashgan va shu bilan bir qatorda, turli stress omillariga hamda kasalliklarga bardoshli yangi g'o'za navlarini amaliy seleksiya dasturlariga tadbiiq etishda keng imkoniyatlar yaratadi.

#### ADABIYOTLAR

1. Yanwei Cui, Xiaoting Lu, and Xiaoping Gou\* Receptor-like protein kinases in plant reproduction: Current understanding and future perspectives *Plant Commun.* 2022 Jan 10; 3(1): 100273. 2021 Dec 29. doi: 10.1016/j.xplc.2021.100273
2. Lee, Kwanuk; Park, Su Jung; Han, Ji Hoon; Jeon, Young; Pai, Hyun-Sook; Kang, Hunseung . (2019). A chloroplast-targeted pentatricopeptide repeat protein PPR287 is crucial for chloroplast function and Arabidopsis development. *BMC Plant Biology*, 19(1), 244-. doi:10.1186/s12870-019-1857-0
3. Junichiro Hattan 1, Hirosuke Kanamoto, Miho Takemura, Akiho Yokota, Takayuki Kohchi Molecular characterization of the cytoplasmic interacting protein of the receptor kinase IRK expressed in the inflorescence and root apices of Arabidopsis *Affiliations expand PMID: 15618632 DOI: 10.1271/bbb.68.2598*
4. <https://www.uniprot.org/uniprotkb/Q9MA15/entry>
5. <https://www.uniprot.org/uniprotkb/O65440/entry>
6. Maohua Dai, Na Zhou, Yue Zhang, Yuexin Zhang, Kesong Ni, Zhenliang Wu, Liying Liu, Xiaoge Wang, and Qianjia Chen Genome-wide analysis of the SBT gene family involved in drought tolerance in cotton *Front Plant Sci.* 2022; 13: 1097732. 2023 Jan 11. doi: 10.3389/fpls.2022.1097732
7. Na Sun, Yong-Fei Xie, Yong Wu, Ning Guo, Da-Hui Li, Jun-Shan Gao Genome-wide identification of ABCC gene family and their expression analysis in pigment deposition of fiber in brown cotton (*Gossypium hirsutum*) *PLoS One.* 2021; 16(5): e0246649. 2021 May 7. doi: 10.1371/journal.pone.0246649
8. Meihong Sun†Liuliu Qiu†Yanshuang LiuHeng ZhangYongxue ZhangYi QinYingjie MaoMin ZhouXiaosha DuZhi Qin\*Shaojun Dai Pto Interaction Proteins: Critical Regulators in Plant Development and Stress Response *Front. Plant Sci.*, 10 March 2022 Volume 13 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.774229>
9. Panchali Chakraborty,1 Ashok Biswas,2,3 Susmita Dey,2,4 Tuli Bhattacharjee,5 and Swapan Chakraborty6,7 Cytochrome P450 Gene Families: Role in Plant Secondary Metabolites Production and Plant Defense *J Xenobiot.* 2023 Sep; 13(3): 402–423.