

9-10-2019

IDENTIFICATION OF CHROMOSOME DEFICIENCY IN MONOSOM HYBRIDS USING DNA MARKERS TECHNOLOGY

Mukhtor Muxammadovich Darmanov
Center of genomics and bioinformatics AS RUz

Sharofiddin Sayfidinovich Abdukarimov
Center of genomics and bioinformatics AS RUz

Abdusalom Khasanboevich Makamov
Center of genomics and bioinformatics AS RUz

Zabardast Tojiboevich Buriev
Center of genomics and bioinformatics AS RUz

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu>



Part of the [Education Commons](#)

Recommended Citation

Darmanov, Mukhtor Muxammadovich; Abdukarimov, Sharofiddin Sayfidinovich; Makamov, Abdusalom Khasanboevich; and Buriev, Zabardast Tojiboevich (2019) "IDENTIFICATION OF CHROMOSOME DEFICIENCY IN MONOSOM HYBRIDS USING DNA MARKERS TECHNOLOGY," *Scientific Bulletin of Namangan State University*. Vol. 1 : Iss. 6 , Article 26.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss6/26>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin of Namangan State University by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

IDENTIFICATION OF CHROMOSOME DEFICIENCY IN MONOSOM HYBRIDS USING DNA MARKERS TECHNOLOGY

Cover Page Footnote

???????

Erratum

???????

**ЎЗАНИНГ МОНОСОМИК ДУРАГАЙЛАРИДА НУҚСОНЛИ
ХРОМОСОМАЛАРНИ ДНК МАРКЕРЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ ЁРДАМИДА
АНИҚЛАШ**

Дарманов Мухтор Мухаммадович PhD, Абдукаримов Шарофиддин Сайфидинович
кичик илмий ходим, Макамов Абдусалом Хасанбоевич PhD, Буриев Забардаст
Тожибоевич б.ф.д.

ЎЗР ФА Геномика ва биоинформатика маркази

Аннотация: Ўзбекистонда гўзанинг (*G.hirsutum* L.) ноёб цитогенетик коллекциясида моносомик линиялар мавжуд бўлиб, улардаги нуқсонли ёки йўқолган хромосомаларни нечанчи хромосомаси ёки қайси бўлаклари йўқолганлигини аниқлаш имконияти мавжуд эмас. Ушбу мақолада гўзанинг (*G.hirsutum* L.) ноёб моносомик дурагайларида нуқсонли хромосомаларни ДНК маркерлар технологияси ёрдамида аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Таянч сўзлар: гўза, дурагай, хромосома, ДНК маркерлар, ПЗР, моносомик, аллел, электрофорез.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТНЫХ ХРОМОСОМЫ В МОНОСОМНЫХ
ГИБРИДОВ ХЛОПЧАТНИКА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ДНК МАРКЕРОВ**

Дарманов Мухтор Мухаммадович PhD, Абдукаримов Шарофиддин Сайфидинович
младший научный сотрудник, Макамов Абдусалом Хасанбоевич PhD, Буриев
Забардаст Тожибоевич б.ф.д.

Центр геномики и биоинформатики АН РУз

Аннотация: В Узбекистане есть моносомные линии в уникальная цитогенетическая коллекция хлопчатника (*G.hirsutum* L.), у них нет возможности определить дефектний или отсутствующий хромосомы какие хромосомы отсутствуют или какие части отсутствуют. В данной статья идентификация дефектных хромосом в уникальных моносомных гибридах хлопчатника (*G.hirsutum* L.) с помощью технологии ДНК маркеров.

Ключевые слова: хлопчатник, гибрид, хромосом, ДНК маркеры, ПЦР, моносом, аллель, электрофорез.

**IDENTIFICATION OF CHROMOSOME DEFICIENCY IN MONOSOM HYBRIDS
USING DNA MARKERS TECHNOLOGY**

Darmanov Mukhtor Muxammadovich PhD, Abdukarimov Sharofiddin Sayfidinovich
researcher, Makamov Abdusalom Khasanboevich PhD, Buriev Zabardast Tojiboevich.
doctor of science.

Center of genomics and bioinformatics AS RUz

Abstract: There are many monosomic lines in a unique cytogenetic collection of cotton (*G.hirsutum* L) in Uzbekistan. It is not possible to determine the number of missing or defective

chromosomes in monosomic lines. Obtained results from elucidating of monosomic hybrids of cotton using DNA marker technology were described in this article.

Key words: *cotton, hybrid, chromosomes, DNA markers, PCR, monosomes, allele, electrophoresis.*

Организмлар геномидаги турли ўзгаришлар (мутация, дурагайланиш каби) натижасида фенотипда юзага чиқувчи фойдали белгиларни молекуляр даражада ўрганиш муҳим ҳисобланади.

Ўзанинг моносомик линиялари пахтачиликда қимматли бошланғич манба бўлиб, уларда йўқолган хромосома таъсирида юзага чиқиши мумкин бўлган морфо-биологик белги ва хусусиятларни ўрганиш, йўқолган хромосомаларининг ўрнига ингичка толали *G. barbadense* ғўза туридаги юқори тола сифати белгилари, *G. tomentosum*, *G. mustelinum* ва *G. darwinii* каби ўзанинг ёввойи турларидаги гармсел, қурғоқчиллик, шўрхоқлик, ва турли ҳашаротларга чидамли бўлган қимматли белгиларни ўрта толали ғўзага ўтказишда ҳамда турлараро дурагайлашда юзага келадиган қийинчиликларни бартараф этишда муҳим генетик материаллардир [1].

Бу линиялар пахтачиликда турлараро дурагайлашдаги мавжуд муаммолар, жумладан, ҳар хил геномлар ўртасидаги номувофиқликлар туфайли сегрегациянинг бузилиши, рекомбинациянинг чекланиши, авлодларда бепуштлиқ ҳодисасининг кузатилиши ва салбий белгиларнинг доминантлиги каби қийинчиликларни бартараф қилишда ҳам муҳим аҳамиятга эга [2].

Мана шундай катга аҳамиятга эга ўзанинг моносомик линияларида нечанчи хромосома ёки унинг қайси елкаси йўқолганлигини ҳозирги кунда кенг қўлланилаётган, тезкор ва самарали усул бўлган ДНК маркерлар технологиясидан фойдаланиб аниқлаш муҳим илмий аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Миллий Университети олимлари томонидан ўзанинг (*G. hirsutum* L.) ноёб цитогенетик коллекцияси яратилган бўлиб, унда Л-458 линияси (нормал, $2n=52$) асосида олинган 100 га яқин моносомик линиялар мавжуд [3]. Ушбу линияларда мутация таъсири остида бир хромосома ёки унинг бир елкаси йўқолган бўлиб, уларда хромосомалар сонининг камайганлигини ($25 II + I$; $25 II + II_i$) анъанавий цитогенетик усуллар ёрдамида олиб борилган кўп йиллик тадқиқотлар натижасида аниқланган бўлсада, лекин нечанчи хромосома ёки унинг қайси елкаси йўқолганлигини аниқлаш имконияти мавжуд эмас.

Ушбу тадқиқотда ўзанинг моносомик линияларида нечанчи хромосома ёки унинг қайси елкаси йўқолганлигини ҳозирги кунда кенг қўлланилаётган, тезкор ва самарали усул бўлган ДНК маркерлар технологиясидан фойдаланиб аниқлаш мақсад қилинган.

МАТЕРИАЛЛАР ВА УСЛУБЛАР

Тадқиқотларни олиб бориш учун Ўзбекистон Миллий Университетида кўп йиллар давомида яратилган ўзанинг ноёб цитогенетик коллекциясида сақланаётган моносомик ва монотелодисомик линиялар билан ингичка толали ғўзани ўзаро дурагайлашдан олинган биринчи авлод моносомик дурагайлари, назорат Л-458 (*G. hirsutum* L.) ва ингичка толали З-79 (*G. barbadense* L.) линиялари танлаб олинди.

Геном ДНКсини ажратиш. Танлаб олинган биринчи авлод моносомик дурагайларидан геном ДНКлар ажратиш учун барг тўқималари йиғиб олинди ва - 80° С музлатгичда сақланади. ДНК ажратиш учун СТАВ методидан фойдаланилди [4]. ДНК концентрацияси визуал тарзда лямбда (λ) фагининг аниқ концентрациясига эга бўлган ДНКсига таққосланиб аниқланди.

ПЗР (полимераза занжир реакцияси) ва генотиплаш. ПЗР учун реакция аралашмаси 10 мкл хажмда: 15 нг геном ДНКси, 1 мкл 10 x *Taq* ПЗР буфери, 0,2 мкл dNTP, 5 pM/мкл праймер, 0,07 мкл *Taq* полимераза (5 бирлик/мкл) ҳамда 10 мкл гача дистилланган сув схемаси бўйича тайёрланиб реакция амалга оширилди. Реакция тугагандан сўнг ПЗР маҳсулоти 3.5 % ли High Resolution агароза гелида электрофорез амалга оширилди ва бромид этидий ёрдамида бўялди. Ҳар бир намуна учун генотиплар кодоминант маркерлар кўринишида бўлиб, яъни “a” – назорат соғлом она ўсимликда (L-458) аллель мавжуд бўлганда, “b” – назорат соғлом донор ўсимликда (3-79, Pima) аллель мавжуд бўлганда, “h” – назорат соғлом F₁ дурагай ўсимликда ва текширилаётган моносомик дурагайларда ота-она ўсимликларидан ўтган ҳар икки аллель учраганда, “c” – текширилаётган моносомик дурагайларда аллелнинг моносомик она ўсимликдан ўтмаган ҳолларда, яъни ўша аллелнинг мутация таъсирида йўқолган ҳолларда. Мана шу “c” генотипга асосланиб моносомик линиялардаги йўқолган хромосомалар аниқланади. “0” – умуман ПЗР маҳсулоти кузатилмаган тартибда амалга оширилди [5].

Капилляр-электрофорез. Нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш Sanger усулига асосланган. Бунда флуоресценциланган (нишонланган) ДНК праймерларида ПЗР реакцияси амалга оширилиб, олинган ПЗП маҳсулотлари генетик анализатор (ABI 3130 xl) ускунаси ёрдамида капилляр электрофорез усулида текширилди. ПЗР реакцияси фрагментлари ҳажми битта реакция учун 5 мкл ва ундаги ДНК концентрацияси 10 нг/мкл миқдорда олинди. Капилляр-электрофорез натижасида олинган маълумотлар генотипик таҳлил қилинди.

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Датлаб тадқиқотни амалга ошириш учун ғўза хромосомаларига хос бўлган SSR микросателлит маркерлари дунё адабиётлари асосида танлаб олинди, уларнинг панели яратиб олинди. Бунда ғўза хромосомаларининг ҳар бирига специфик бўлган SSR микросателлит маркерлари танлаб олинди (1-жадвал). Танлаб олинган ДНК маркерлари ёрдамида нуқсонли хромосомалар аниқланди.

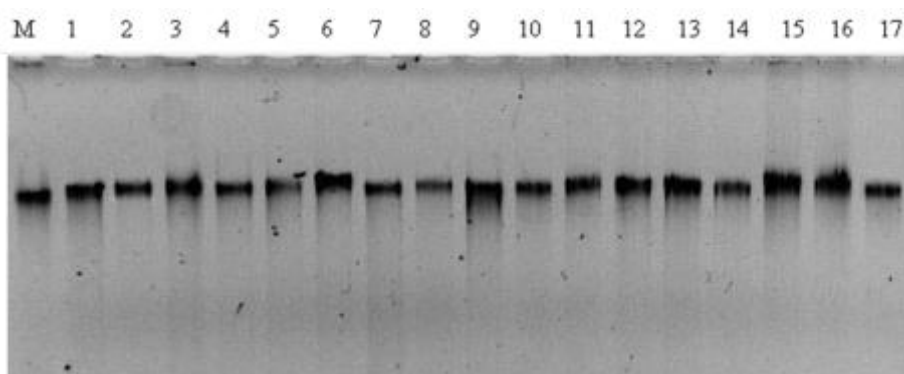
1-жадвал

Ғўза хромосомаларига хос бўлган SSR микросателлит маркерлар

№	Маркерлар	Хромосома	№	Маркерлар	Хромосома	№	Маркерлар	Хромосома
1	BNL2921	Chr.01_1	37	BNL256	Chr.10_1	73	BNL1671	Chr.19_1
2	BNL3580	Chr.01_2	38	BNL2705	Chr.10_2	74	Gh182	Chr.19_2
3	BNL3888	Chr.01_3	39	BNL2960	Chr.10_3	75	CIR212	Chr.19_3
4	CIR009	Chr.01_4	40	Gh058	Chr.10_4	76	BNL285	Chr.19_4
5	BNL1434	Chr.02_1	41	BNL3442	Chr.11_1	77	BNL0169	Chr.20_1
6	BNL1897	Chr.02_2	42	JESPR-296	Chr.11_2	78	BNL0946	Chr.20_2

7	BNL3971	Chr.02_3	43	BNL1034	Chr.11_3	79	BNL2553	Chr.20_3
8	JESPR101	Chr.02_4	44	Gh246	Chr.11_4	80	Gh119	Chr.20_4
9	BNL3441	Chr.03_1	45	BNL3261	Chr.12_1	81	BNL1551	Chr.21_1
10	CIR202	Chr.03_2	46	BNL3816	Chr.12_2	82	BNL1705	Chr.21_2
11	BNL1379	Chr.03_3	47	CIR293	Chr.12_3	83	BNL3171	Chr.21_3
12	BNL3259	Chr.03_4	48	CIR362	Chr.12_4	84	CIR013	Chr.21_4
13	BNL2572	Chr.04_1	49	BNL1495	Chr.13_1	85	GH052	Chr.22_1
14	CIR122	Chr.04_2	50	Gh034	Chr.13_2	86	GH200	Chr.22_2
15	BNL2821	Chr.04_3	51	JESPR153	Chr.13_3	87	JESPR230	Chr.22_3
16	CIR048	Chr.04_4	52	BNL409	Chr.13_4	88	JESPR235	Chr.22_4
17	BNL3995	Chr.05_1	53	BNL3034	Chr.14_1	89	TMB0120	Chr.22_1
18	BNL3992	Chr.05_2	54	BNL1059	Chr.14_2	90	BNL448	Chr.22_2
19	BNL542	Chr.05_3	55	GH067	Chr.14_3	91	BNL1047	Chr.22_3
20	Gh083	Chr.05_4	56	GH051	Chr.14_4	92	BNL3463	Chr.22_4
21	BNL1064	Chr.06_1	57	JESPR243	Chr.15_1	93	BNL0597	Chr.23_1
22	CIR203	Chr.06_2	58	JESPR298	Chr.15_2	94	BNL3383	Chr.23_2
23	Gh039	Chr.06_3	59	BNL2646	Chr.15_3	95	JESPR151	Chr.23_3
24	Gh082	Chr.06_4	60	BNL3902	Chr.15_4	96	Gh247	Chr.23_4
25	BNL1395	Chr.07_1	61	JESPR102	Chr.16_1	97	BNL0252	Chr.24_1
26	BNL1597	Chr.07_2	62	BNL1521	Chr.16_2	98	BNL1521	Chr.24_2
27	BNL1531	Chr.07_3	63	GH002	Chr.16_3	99	BNL1646	Chr.24_3
28	BNL1604	Chr.07_4	64	CIR413	Chr.16_4	100	BNL2655	Chr.24_4
29	BNL1017	Chr.08_1	65	GH071	Chr.17_1	101	GH224	Chr.25_1
30	BNL3792	Chr.08_2	66	JESPR221	Chr.17_2	102	CIR407	Chr.25_2
31	BNL387	Chr.08_3	67	BNL2443	Chr.17_3	103	CIR413	Chr.25_3
32	JESPR232	Chr.08_4	68	BNL3955	Chr.17_4	104	BNL3103	Chr.25_4
33	BNL1162	Chr.09_1	69	JESPR153	Chr.18_1	105	CIR391	Chr.26_1
34	BNL2590	Chr.09_2	70	BNL3479	Chr.18_2	106	BNL3255	Chr.26_2
35	BNL4028	Chr.09_3	71	BNL2652	Chr.18_3	107	BNL3510	Chr.26_3
36	Gh027	Chr.09_4	72	BNL3280	Chr.18_4	108	BNL3816	Chr.26_4

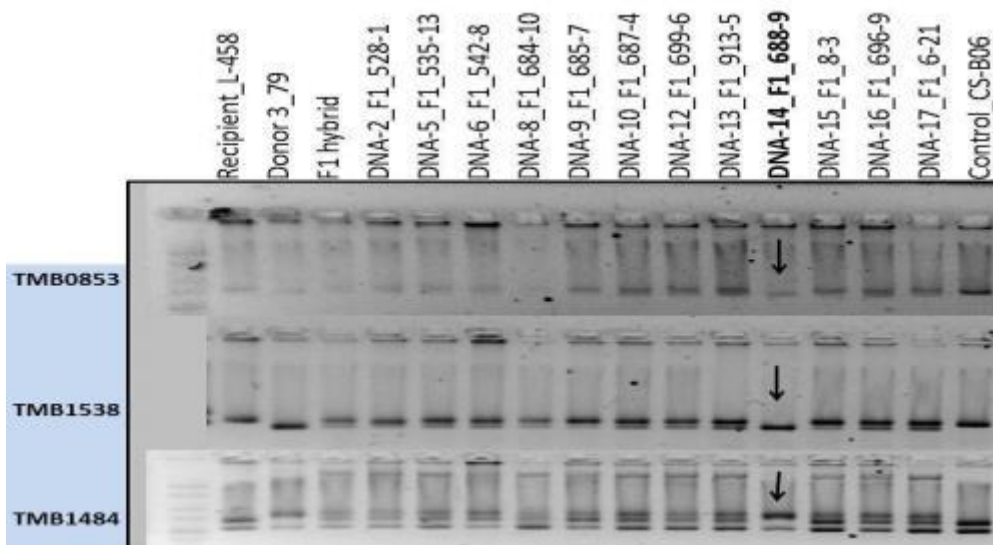
Ғўзанинг *G. hirsutum* L. турига мансуб моносомик линиялар билан *G. barbadense* L. турига мансуб P₁ма 3-79 линиясини ўзаро дурагайлалаш асосида олинган F₁ авлод моносомик дурагайларида керакли миқдорда барг тўқималарини йиғиб олиниб, улардан СТАВ усулида геном ДНКлар ажратилди. Ҳар бир намунадан ажратиб олинган геном ДНКлари 0,9% ли агароза гелида, 0.5 x TBE буферида, горизонталь электрофорез ускунаси ёрдамида электрофорез қилинди. Сўнг Alpha Imager 3400 ускунасида суратга олиниб, уларнинг концентрацияси визуал тарзда аниқ концентрацияли λ фаги ДНК сига таққосланиб аниқланди. Уларнинг концентрацияси ишчи концентрацияга (25 нг./мкл) келтирилди (1-расм).



1-расм. Электрофорез усули ёрдамида геном ДНКсини визуализация қилиш.

М-маркер, 1-17 F₁ авлод моносомик ўсимликлари.

Ажратиб олинган ДНК намуналарига танлаб олинган SSR микросателлит маркерлари ёрдамида ПЗР амалга оширилди. ПЗР намуналари 3.5 % HiRes агароза гелида, электрофорез ускунасида хайдалиб, геллар фотохужжатлаштирилди. Сўнг ушбу моносомик ғўза намуналарида генотипик таҳлиллар олиб борилди. ПЗР маълумотларини генотипик таҳлил қилиш натижасида, ғўзанинг 6-хромасомага хос бўлган BNL2884, BNL3359, BNL3650, BNL4108, BNL1064, NAU2713, TMB1484, TMB703, TMB853, TMB1203, TMB1277, TMB154 ва GH32 ДНК маркерлари цитогенетик усулда моносомик деб топилган Мо-92 (F₁688-9) линиясида 6-хромосомасини нуқсонли эканлигини тасдиқлади (2-расм).

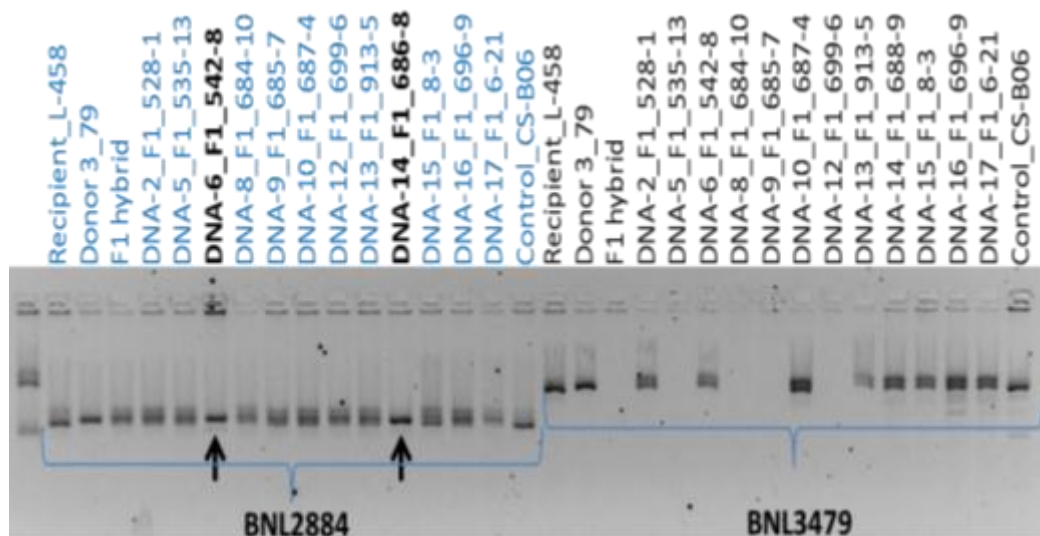


2-расм. Моносомик F₁ дурагайларнинг TMB0853, TMB1538, TMB1484 ДНК маркерлари ёрдамида текширилган ПЗР намуналари гел электрофорез электрофореграммаси.

Шунингдек ғўзанинг 4-хромасомасига хос бўлган BNL2884, BNL3994, BNL4047, BNL4049, CIR249, TMB0446, CIR048, TMB0809, Gh117 ДНК маркерлари Мо-60 (F₁542-8) линиясида ва BNL2884, BNL3994, BNL4047, BNL4049, CIR249, NAU1151, TMB0446, CIR048, TMB0809, Gh117 ДНК маркерлари Мо-58 (F₁686-8) линиясида 4-хромосомасини нуқсонли эканлигин кўрсатди (3-расм).

Ушбу расмдан кўриниб турибдики қора рангли белги билан кўрсатилган намунадаги *G. hirsutum* L. турига мансуб моносомик линиялар билан *G. barbadense* L.

турига мансуб Pima 3-79 линиясини ўзаро дурагайлаш орқали олинган F₁688-9 дурагайида 6-хромосомага хос бўлган ДНК маркерлари ушбу хромосомани нуқсонли эканлигини кўрсатади.



3-расм. Моносомик F₁ дурагайларнинг BNL2884, BNL3479 ДНК маркерлари ёрдамида текширилган ПЗР намуналари гел электрофорез электрофореграммаси.

Ушбу расмдан кўришиб турибдики, қора рангли кўрсаткич билан кўрсатилган F₁542-8, F₁686-8 дурагайларда 4-хромосомага хос бўлган ДНК маркерлари ушбу хромосомани нуқсонли эканлигини кўрсатади. Яъни моносомик дурагайларда ота-она ўсимликларидан фақатгина донор 3-79 (*G. barbadense*) линиясининг хромосома аллели амплификацияланиб, она ўсимликнинг аллели намоён бўлмади. Бундан кўринадикки, ушбу дурагайларда BNL2884 ва BNL3479 ДНК маркерлари жойлашган 4-хромосома ёки унинг елкаларидан бири йўқолганлигидан далолат беради. Моносомик дурагай линияларда йўқолган хромосомалар бир нечта ДНК маркерлари орқали тасдиқланди (2-жадвал).

Бундан ташқари, тадқиқот давомида моносомик линияларнинг ПЗР маҳсулотлари генетик анализатор (ABI 3130 xl) ускунаси ёрдамида капилляр электрофорез усулида текширилди.

ДНК маркерлари ёрдамида нуқсонли хромосомалари аниқланган моносомик F₁ дурагайлар

№	SSR маркерлар	Моносомик F ₁ дурагайлар	Хромосома	№	SSR маркерлар	Моносомик F ₁ дурагайлар	Хромосома
1	BNL2572	Mo_58	хром.4	16	BNL1064	Mo_92	хром.6
2	CIR249	Mo_58	хром.4	17	BNL2884	Mo_92	хром.6
3	Gh117	Mo_58	хром.4	18	BNL3359	Mo_92	хром.6
4	BNL3994	Mo_58	хром.4	19	BNL3650	Mo_92	хром.6
5	BNL4047	Mo_58	хром.4	20	BNL4108	Mo_92	хром.6
6	BNL4049	Mo_58	хром.4	21	NAU2713	Mo_92	хром.6
7	TMB0446	Mo_60	хром.4	22	Gh032	Mo_92	хром.6
8	TMB0809	Mo_60	хром.4	23	TMB154	Mo_92	хром.6
9	CIR048	Mo_60	хром.4	24	TMB703	Mo_92	хром.6
10	CIR249	Mo_60	хром.4	25	TMB0853	Mo_92	хром.6
11	BNL3994	Mo_60	хром.4	26	TMB1277	Mo_92	хром.6
12	BNL4047	Mo_60	хром.4	27	TMB1203	Mo_92	хром.6
13	BNL4049	Mo_60	хром.4	28	TMB1484	Mo_92	хром.6
14	BNL2572	Mo_60	хром.4				
15	Gh117	Mo_60	хром.4				

Тадқиқот учун танлаб олинган моносомик дурагайларда олдиндан танлаб олинган, нишонланган ДНК маркерлари билан ПЗР амалга оширилди. Сўнг ПЗР маҳсулотлари капилляр электрофорез усулида текширилиб, олинган маълумотлар генотипик таҳлил қилинди. Генотипик таҳлил натижасига кўра, CIR122 ва CIR048 ДНК маркерлари F₁_696-9 моносомик дурагайда 4-хромосоманинг нуқсонли эканлигини тасдиқлади (3-расм).



3-расм. Моносомик F₁ дурагайларнинг ДНК маркерлари ёрдамида текширилган ПЗР намуналари капилляр электрофорез электрофореграммаси: А-

ота ўсимлик 3-79 линияси, Б-она ўсимлик Л-458 линияси, В- соғлом F₁ дурагай, Г- F₁ 696-9 моносомик дурагай.

Ушбу капилляр электрофореграммадан кўриниб турибдики, Л-458 (*G. hirsutum* L.) линиясидан ўтаётган 141 ж.а. (жуфт асос)га эга аллел ва 3-79 (*G. barbadense*) линиясидан ўтаётган 146 ж.а. эга аллелларнинг ҳар иккаласи ҳам соғлом F₁ дурагайда мавжудлиги аниқланди. Аксинча, моносомик F₁ дурагайда Л-458 линиясидан ўтаётган аллел йўқолганлигини ва ота ўсимлик ҳисобланган донор-3-79 (*G. barbadense*) линиянинг хромосома аллелларини кўришимиз мумкин. Бундан шу маълум бўлдики, CIR122 ва CIR048 ДНК маркерлари жойлашган 4-хромосома нуқсонли эканлигидан далолат беради. Нуқсонли хромосомаси аниқланган ушбу моносомик линиялар хромосомаси алмаштирилган линияларни яратиш тадқиқотлари учун тавсия этилди.

Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, олиб борилган тадқиқотлар асосида нўза хромосомаларига хос бўлган юзлаб ДНК маркерлари аниқланди ва уларнинг панели тузилди. Ушбу маркерлар ёрдамида цитогенетик усулда хромосомалари нуқсонли деб топилган бир нечта моносомик линияларнинг нуқсонли хромосомалари аниқланди.

References:

1. Saha, S.; Wu, J.; Jenkins, J.; McCarty, J.; Stelly, D.; Percy, R.; Raska, D. & Gutierrez, O. (2004). Effect of chromosome substitutions from *Gossypium barbadense* L. 3-79 into *G.hirsutum* L. TM-1 on agronomic and fiber traits. *Journal of Cotton Science*, Vol.8, No.3, (Jul-Aug-Sep 2004), pp. 162-169, ISSN 1439-0523.
2. Reinisch, M. J., J. Dong, C. L. Brubaker, D.M. Stelly, J. F. Wendel et al., 1994 A detailed RFLP map of cotton, *Gossypium hirsutum* x *Gossypium barbadense*: chromosome organization and evolution in a disomic polyploidy genome. *Genetics* 138: 829–847.
3. Sanamyan M.F., Petlyakova J., Rakhmatullina E.M., Sharipova E. // *World Cotton Germplasm Resources. Chapter 10 Cytogenetic Collection of Uzbekistan*. 2014.
4. Abdurakhmonov, I.Y., R.J. Kohel,, J.Z. Yu, A.E. Pepper, A.A. Abdullaev, F.N. Kushanov, I.B. Salakhutdinov, Z.T. Buriev, S. Saha,, H.N. Jenkins and A. Abdukarimov, 2008. Molecular diversity and association mapping of fiber quality traits in exotic *G. hirsutum* L. germplasm. *Genomics*, 92(6): P. 478-487.
5. Reddy O.U.K, Pepper A.E., Abdurakhmonov I., Saha S., Jenkins J., Brooks T., Bolek Y., El-Zik K.M. The identification of dinucleotide and trinucleotide microsatellite repeat loci from cotton *G. hirsutum* L, // *Journal of Cotton Science*. 2001. №5. p.103-113