

Ռ. Ս. ԲԱՐԱՅԱՆ, Հ. Մ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ՅՈՐՆԵՆԻ ԱՐՏԱՇԱՏԻ 42 ՍՈՐՏԻՑ ՍՏԱՅՎԱԾ ՄԻ ՓԱՆԻ ՄՈՒՏԱՆՏՆԵՐԻ
ՉԵՎԱՐԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ԲԻՈԲԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Մուտագեն գործոնների, մասնավորապես զամմա և ռենտգենյան ճառագայթահարմամբ տարբեր բույսերի, այդ թվում և ցորենի մոտ, կարելի է առաջացնել զանազան հատկանիշների ժառանգական փոփոխություններ: Համեմատաբար կարճ ժամանակամիջոցում հրապարակվել է գիտության այդ բնագավառին վերաբերող հսկայական գրականություն: Վերջին տարիներին լույս են տեսել մի շարք ամփոփիչ-տեսական բնույթի աշխատություններ՝ նվիրված բույսերի մոտ մակաժված մուտացիաների ստացմանը և նրանց պրակտիկ օգտագործմանը սելեկցիոն նպատակներով [3—6, 8—10, 12, 14—18]:

Մի շարք հետազոտություններով ցույց է տրված մուտագեն գործոնների օգնությամբ բույսերի բիոբիմիական հատկանիշներում ժառանգական փոփոխություններ մակաժելու հնարավորությունը: Այդ հնարավորությունը, որը միկրոօրգանիզմների սելեկցիայում տվել է փայլուն արդյունքներ [1] հետզհետե լայն ուշադրության է արժանանում նաև բույսերի մուտագենների բնագավառում [4, 7, 13, 19]:

Սկսած 1965 թ. հետազոտություններ են կատարվում ռենտգենյան ճառագայթահարման և բարձր ջերմության (կինսաբսինական թույլատրելի սահմաններում) միատեղ ազդեցության գենետիկական էֆեկտի ուսումնասիրման ուղղությամբ: Մեր հետազոտությունների հիմնական օբյեկտն է աշնանացան ցորենի Արտաշատի 42 սորտը, որից անցած տարիների ընթացքում մակաժվել են շուրջ 160 մուտանտ զծեր: Ներկա հոգվածում նկարագրվում են այդ մուտանտներից 7-ը, որոնք բերքատվության և այլ հատկանիշներով կարող են հետաքրքրություն ներկայացնել սելեկցիոն առումով:

Արտաշատի 42 սորտը ցորենների բուսաբանական ընդունված դասակարգման պատկանում է *T. aestivum* տեսակի *var. turcicum*: Հասկը միջակ խտության է, գլանաձև, թավոտ, քիստավոր: Հատիկը սպիտակ է, մեծ մասամբ ալրանման, բացարձակ քաշը տատանվում է 40—50 գ սահմաններում: Հասունանալիս հատիկները չեն թափվում: Բույսերի բարձրությունը հասունացման շրջանում 110—120 սմ է:

Մուտացիաներ մակաժելու նպատակով ջերմային ազդեցության և ռենտգենյան ճառագայթահարման են ենթարկվել նշված սորտի օգաչոր սերմերը: Ազդեցությունից հետո (M_1) սերմերը ցանվել են պարարտացված շագանակագույն հողում 5 . 20 սմ խորությամբ: Նրկրորդ սերունդում (M_2) սերմերը նույն կերպ ցանվել են ըստ ընտանիքների (հասկերի) 20-ական սերմ յուրաքանչյուր ընտանիքից: Մուտանտները հիմնականում առանձնացվել են ազդեցությունից հետո երկրորդ սերունդում: Հետագա սերունդներում մուտանտ բույսերը բաղմացվել են առանձին և ուսումնասիրվել: Նկարագրվող մուտանտ-

ները բաղմաքվում են արդեն վեցերորդ տարին (M_6), (բացի մուտանտ 56-ից, որը 4-րդ սերունդն է)։

Մուտանտ 41. ստացվել է սերմերը 60° , 15 օր տաքացնելու և հաջորդող ճառագայթահարմամբ 5 կո դոզայով։ Չի ճեղքավորվում, հասկը կոմպակտ է, գլանաձև, առանց թավի, կարմիր, քիստավոր։

Հատիկը սպիտակ է, մեծ մասամբ ապակենման, կլորավուն։ Բույսերի բարձրությունը հասունացման շրջանում՝ 100—105 սմ։ Ցուցարեքում է պառկելու հակում։ Հասունանում է ելանյութ սորտից 3—5 օր շուտ։ Հստ բուսաբանական դասակարգման պատկանում է *T. compactum* var *Fetisov* ալլատեսակին։

Մուտանտ 41/1. ստացվել է սերմերը 60° , 15 օր տաքացնելու և հաջորդող ճառագայթահարմամբ 5 կո դոզայով։ Չի ճեղքավորվում։ Հասկն կոմպակտ է, գլանաձև, թավոտ, քիստավոր, կարմիր գույնի։ Ցողունը թույլ ներկված է անտոցիանով (ելանյութ սորտի մոտ անտոցիանային գունավորումը բացակայում է) նկատելիորեն հաստացած է։ Հատիկը սպիտակ է, մեծ մասամբ ալրագույն, թույլ կլորավուն։ Այս մուտանտի մոտ փոշանոթները (առէջները) ունեն անտոցիանային գունավորում, մանուշակագույն են, որը շատ հազվագեղ է, ցորենների մոտ փոշանոթները դեղնագույն են։ Շարմեր [2] պարզել է, որ փոշանոթների մանուշակագույն գունավորումը կապված է նոր ալելի հետ, որը ժառանգվում է մոնոցեն կերպով։ Բույսերի բարձրությունը հասունության շրջանում 95—100 սմ է, չի պառկում։ Հասունանում է ելանյութ սորտից 5—7 օր շուտ։ Հստ բուսաբանական դասակարգման պատկանում է *T. aestivum* var. *turcicum* ալլատեսակին։

Մուտանտ 56. ստացվել է սերմերը 80° , 30 րոպե տաքացնելու և հաջորդող ռենտգենյան ճառագայթահարմամբ 10 կո դոզայով։ Չի ճեղքավորվում։ Հասկը կոմպակտ է, սրտաձև, գուրզանման (սկվերհեզ) կարմիր է, քիստավոր, թավոտ։ Հատիկը սպիտակ է, ապակենման։ Հատիկների մոտ հաճախ նկատվում է թույլ լմշկվածություն (հատիկի կեղևը կնճռոտված է)։ Ցողունը հաստացած է, կարճ։ Պատկանում է էրեկտոիդ ցորենների խմբին։ Բույսերի բարձրությունը հասունացման շրջանում հասնում է 70—75 սմ։ Չի պառկում, այս տեսակետից ամենից կայունն է նկարագրվող մուտանտների մեջ։ Պատկանում է *T. compactum* var. *rubriceps* ալլատեսակին։

Մուտանտ 43. ստացվել է սերմերը 50° , 17 օր տաքացնելու և հաջորդող ճառագայթահարմամբ 10 կո դոզայով։ Չի ճեղքավորվում։ Հասկը կոմպակտ է, գլանաձև, մուգ կարմիր գույնի, թավոտ, քիստավոր։ Հատիկը սպիտակ է, մեծ մասամբ ալրագույն, թույլ կլորավուն, ըստ խոշորության նկատելի անհավասար։ Ցողունը հաստացած է, թույլ ներկված անտոցիանով։ Հասունացման շրջանում բույսերը ունենում են 90—93 սմ բարձրություն, չեն պառկում։ Հասունանում է ելանյութ սորտից 7—8 օր շուտ։ Այս մուտանտի մոտ ևս առէջները ներկված են մանուշակագույն։ Հստ բուսաբանական դասակարգման պատկանում է *T. compactum* var. *rubriceps* ալլատեսակին։

Մուտանտ 44. ստացվել է սերմերը 50° , 17 օր տաքացնելու և հաջորդող ճառագայթահարմամբ 15 կո դոզայով։ Հասկը խիտ է, կարմիր, թավոտ, քիստավոր, թույլ արտաձայնված գուրզանման։ Հատիկը սպիտակ է, խառը ապակենման և ալրանման, կլորավուն ձևի։ Ցողունը թույլ ներկված է անտոցիանով, նկատելի հաստացած է։ Բարձրությունը հասունացման շրջանում՝ 90—95 սմ, չի պառկում։ Հասունանում է ելանյութ սորտից 3—5 օր շուտ։ Հստ բուսաբանական դասակարգման պատկանում է *T. aestivum* var. *turcicum* ալլատեսակին։

Մուտանտ 82. ստացվել է սերմերը 5 կո դոզայով ճառագայթահարմամբ։ Չի ճեղքավորվում։ Հասկը միջին նոսրության է, գլանաձև, սպիտակ, քիստավոր, առանց թավի։ Քիստերը հիմքում ունեն անտոցիանային գունավորում։ Հատիկը կարմիր է, մեծ մասամբ ապակենման։ Ցողունը համեմատաբար թույլ է։ Հասունացման շրջանում բույսերի բարձրությունը 115—120 սմ է, ունի պառկելու հակում։ Հասունանում է ելանյութ սորտից 3—5 օր ուշ։ Հստ բուսաբանական դասակարգման պատկանում է *T. aestivum* var. *erythrospermum* ալլատեսակին։

Վերը բերված տվյալներից պարզվում է, որ մուտանտները ձևաբանական հատկանիշներով բավական տարբերվում են ելանյութ սորտից։ Զգալի տարբերություններ նկատվում են նաև վեգետացիայի տևողության տեսակետից։

Հստ աղ. 1-ում բերված տվյալների բոլոր մուտանտները, բացի 56-ից, բերքատվությամբ զգալիորեն գերազանցում են ելանյութ սորտին։ Ելանյութ սորտի համեմատությամբ, մուտանտների մեծ մասի մոտ բարձր է նաև հա-



Նկ. 1. Արտաշատի 42 սորտից մակածված մուտանտներ 2. Արտաշատի 42, 2 մուտանտ 39, 3. մուտանտ 41, 4. մուտանտ 41/1:

Ա Ղ Յ Ո Ւ Ս Ա Կ 1

Արտաշատի 42 սորտի և նրանից ստացված մուտանտների հատիկի բերքը, բացարձակ քաշը և բնաքաշը

Մուտանտներ	Հատիկի բերքը 5 մ ² -ից		1000 հատիկի բնաքաշը	
	դ	°/o	կգ/հոլ	դ
41	2045	107,07	48,53	770,7
41/1	2305	120,68	48,02	748,0
39	2345	122,77	44,98	775,0
56	1720	90,05	46,08	766,7
43	2795	146,33	47,27	770,0
44	2710	141,88	46,78	766,9
82	2805	146,85	44,00	787,5
Արտաշատի 42	1910	100,00	45,81	779,2

տիկների բացարձակ կշիռը (1000 հատիկի կշիռը): Մեկ լիտր ծավալի հատիկների կշռով (բնաքաշ) ընդհանրապես մուտանտների մեծ մասը զիջում են ելանյութ սորտին: Նշված ցուցանիշների տեսակետից զգալի տարբերություններ կան ինչպես մուտանտների և ելանյութ սորտի, այնպես էլ մուտանտների միջև: Ըստ բերքատվության այդ տարբերությունը տատանվում է 7,1—46,8^o/₁₀-ի սահմաններում, ըստ բացարձակ կշռի՝ —1,81—2,72 գ, ըստ բնաքաշի՝ —31,2—8,3 գ սահմաններում: Այսպիսով, մուտանտ գծերը ելանյութ սորտից և միմյանցից տարբերվում են ոչ միայն արտաքին ձևաբանական հատկանիշներով, այլ նաև բերքատվության և հատիկի որակի ցուցանիշներով:

Հատիկների բիոքիմիական անալիզների տվյալները ցույց տվեցին, որ



Նկ. 2. Արտաշատի 42 սորտից մակաձված մուտանտներ

1. Արտաշատի 42, 2. մուտանտ 43, 3. մուտանտ 43, 4. մուտանտ 44:

Ա Ղ Ղ Ո Ւ Ս Ա Կ 2

Հնդհանուր ազոտի պարունակությունը Արտաշատի 42 սորտի և նրանից ստացված մուտանտ գծերի հատիկներում

Մուտանտներ	Հնդհանուր ազոտի, 0/0	Հում պրոտեինի, 0/0
41	2,90	16,5
41/1	2,97	16,6
39	2,91	16,4
56	3,02	17,2
43	2,82	16,1
44	2,77	15,8
82	2,79	15,9
Արտաշատի 42	2,72	15,6

բիոքիմիական կազմի որոշ ցուցանիշներով ևս նկատվում է էական տարբերություններ մուտանտ գծերի և ելանյութ սորտի միջև:

Հնդհանուր ազոտը (հում պրոտեին) որոշվել է Կելդալի մեթոդով: Հումեկի ածխաջրերի և ազատ ածինաթթուների որոշման համար կիրառվել է թղթի վրա

տարածական քրոմատոգրաֆիայի մեթոդը: Որպես լուծիչ օգտագործվել է բու-
թանոլ-քացախաթթու-ջուր խառնուրդը, 4 : 1 : 2 ծավալային հարաբերությամբ:
Կետոշաքարները որոշվել են ռեզորցինի, իսկ ալդոշաքարները՝ անիլինֆտալա-
տի օգնությամբ: Ամինաթթուների քանակական կազմը որոշվել է Պասխինայի
առաջարկված մեթոդով: Ազատ ամինաթթուների և լուծելի ածխաջրերի քանա-
կը որոշվել է նախօրոք հաշվարկված կորերի օգնությամբ:

Ինչպես ցույց են տալիս աղ. 2-ում բերված տվյալները, ընդհանուր ազդեցի-
կարունակությամբ մուտանտ գծերը զգալիորեն տարբերվում են ելանյութ սոր-
տից: Հում պրոտեինի վերածած այդ տարբերությունը Արտաշատի 42 սորտի
համեմատությամբ կազմում է 0,2—1—6%: Ուշադրության արժանի է այն
փաստը, որ բոլոր մուտանտ գծերը ընդհանուր ազդեցիկ պարունակությամբ գե-
րազանցում են ելանյութ սորտին: Նշանակալի է նաև տարբերությունը մու-
տանտների միջև, այն տատանվում է 0,1—1,3% -ի սահմաններում:

Լուծելի ածխաջրերի առանձին տեսակների և նրանց ընդհանուր պարու-
նակության տեսակետից նույնպես նկատվում է տարբերություններ ինչպես
Արտաշատի 42 սորտից, այնպես էլ մուտանտ ձևերի միջև (աղ. 3, նկ. 3):

Աղյուսակ 3

Լուծելի ածխաջրերի պարունակությունը ցորենի Արտաշատի 42 սորտի և նրանից ստացված
մուտանտների հատիկներում (%-ներով բացարձակ չոր նյութից)

Մուտանտներ	Գլյուկոզա	Ֆրուկտոզա	Սախարոզա	Օլիգոշաքար- ներ	Ընդամենը լուծելի շաքար
41	2,3	1,5	3,3	5,1	12,2
41/1	2,2	1,7	2,8	5,2	11,9
39	2,8	1,4	2,8	5,0	12,0
56	2,1	1,3	3,9	5,4	12,7
43	2,2	1,9	3,0	4,9	12,0
44	1,8	2,0	3,6	4,3	11,7
82	1,5	1,5	3,4	4,0	10,4
Արտաշատի 42	1,1	1,6	3,5	4,2	10,4

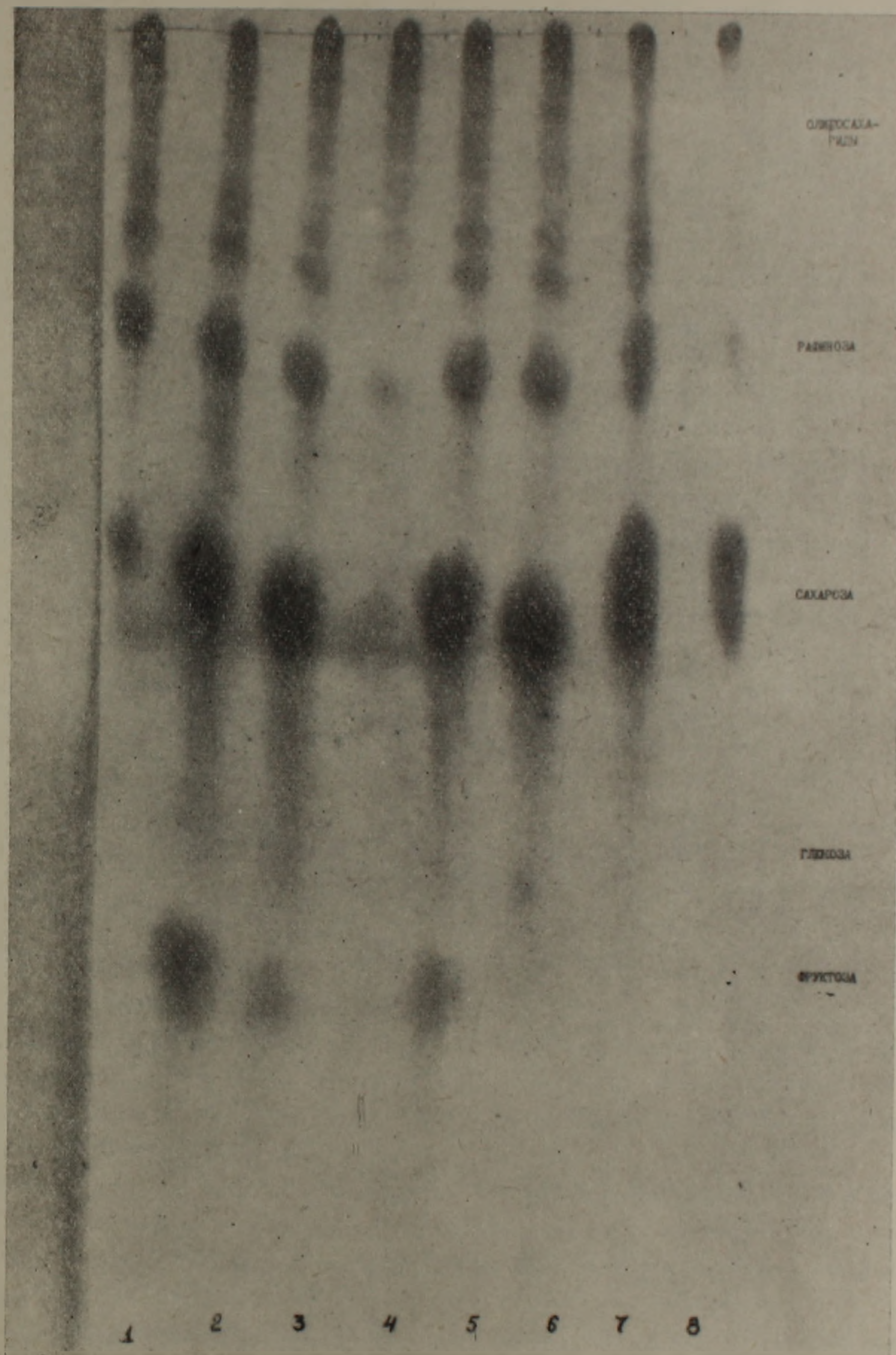
Տարբերությունները մեծ են հատկապես գլյուկոզայի պարունակության
տեսակետից: Ինչպես ցույց են տալիս աղյուսակի տվյալները, մուտանտներից
մի քանիսը հատիկներում այդ շաքարի պարունակությամբ գերազանցում են
ելանյութ սորտին կրկնակի, իսկ մուտանտ 39-ը 2,5 անգամ: Գլյուկոզայի պա-
րունակության տեսակետից տարբերությունները տատանվում են 0,4—1,7%-ի
սահմաններում:

Ֆրուկտոզայի պարունակության առումով տարբերությունը գծերի միջև
տատանվում է 0,1—0,7%, սախարոզայի դեպքում՝ 0,2—1,1%, օլիգոսախա-
րիդների դեպքում 0,2—1,4%-ի սահմաններում: Առանձին շաքարների դժով
այդ տատանումները չնայած որոշ չափով հարթվում են գումարային քանակի
մեջ, սակայն այստեղ ևս պահպանվում են զգալի տարբերություններ ելանյութ
սորտից և մուտանտների միջև՝ 1,3—2,3%:

Նման պատկեր է ստացվել նաև հատիկներում ազատ ամինաթթուների պա-
րունակության տեսակետից (աղ. 4, նկ. 4):

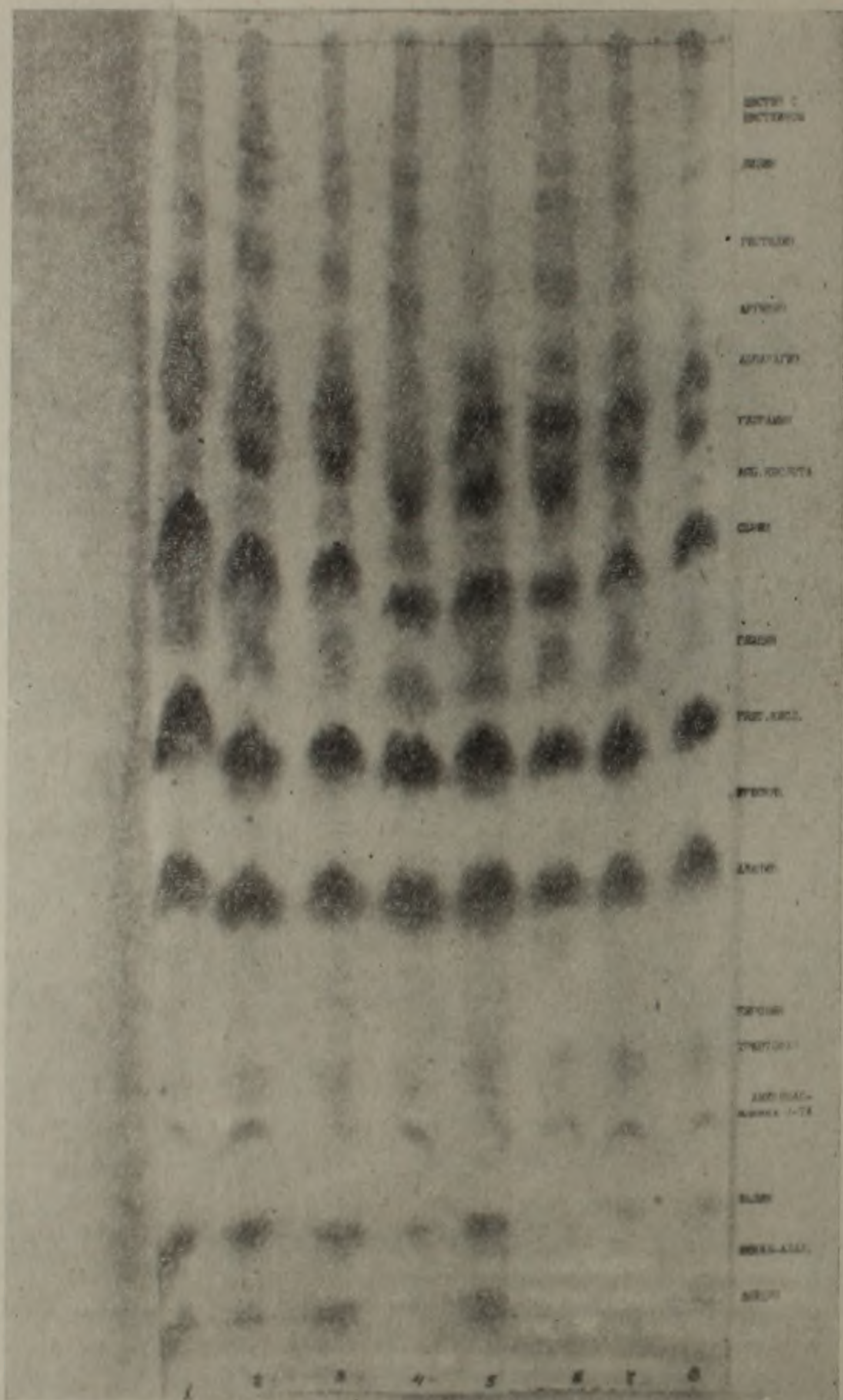
Բերված տվյալներից երևում է, որ մուտանտ գծերը ելանյութ սորտից և
միմյանցից այդ առումով ևս ունեն էական տարբերություններ:

Մի շարք ազատ ամինաթթուների առավելագույն և նվազագույն պարու-
նակություն ունեցող մուտանտները միմյանցից տարբերվում են կրկնակի և



Նկ. 3. Արտաշատի 42 սորտի (8) և նրանից մակաձված մուտանտների հատիկ-
ներում լուծելի ածխաջրերի քրոմատոգրաման

1—41, 2—41/1, 3—39, 4—56, 5—48, 6—44, 7—82, 8—Արտաշատի 42



Նկ. 4. Արտաշատի 42 սորտի (8) և նրանից մակաձված մուտանտների հատիկներում ազատ ամինաթթուների բրոմատոգրաման.
 1—41, 2—41/1, 3—39, 4—56, 5—48, 6—44, 7—82, 8—Արտաշատի 42

Ա Ղ Յ Ո Ւ Ս Ա Կ 4

Աղատ ամինաթթուների պարունակությունը Արտաշատի 42 սորտի և նրանից ստացված
Ցորենի Արտաշատի 42 սորտից ստացված մի քանի մուտանտներ

Ամինաթթուներ	Մուտանտներ								Տարբերու- թյան սահմանները
	41	41/1	39	56	43	44	82	Արտաշատի 42	
Ցիտեին	0,09	0,07	0,07	0,07	0,09	0,10	0,08	0,07	0,01—0,03
Ասպարադին	1,62	1,65	2,27	2,42	2,10	2,00	0,81	1,17	0,36—1,61
Գլյուտամին	0,61	0,67	0,81	0,74	0,42	0,41	0,48	0,48	0,07—0,33
Ասպարադինային թթու									
Հ ե տ ք ե ր									
Սերին	0,47	0,47	0,32	0,39	0,22	0,29	0,31	0,36	0,07—0,25
Գլիցին	0,44	0,49	0,47	0,46	0,18	0,19	0,29	0,32	0,01—0,31
Լիզին + հիստիդին + տրոպին	0,90	0,65	0,89	0,82	0,60	0,58	0,48	0,43	0,05—0,47
Գլյուտամինային թթու	1,57	1,61	1,50	1,55	1,47	1,51	1,45	1,45	0,02—0,16
Տրեոնին									
Հ ե տ ք ե ր									
Ալ-ալանին	0,34	0,32	0,33	0,33	0,23	0,22	0,43	0,46	0,01—0,24
Տիրոզին	0,56	0,61	0,48	0,50	0,44	0,37	0,43	0,65	0,06—0,28
Վալին	0,15	0,12	0,18	0,14	0,13	0,16	0,14	0,13	0,01—0,06
Ֆենիլալանին									
Հ ե տ ք ե ր									
Լեյցին + իզոլեյցին	0,16	0,18	0,16	0,18	0,20	0,15	0,30	0,30	0,01—0,15
Դ-ամինակարադաթթու	0,70	0,71	0,50	0,53	0,48	0,43	0,40	0,33	0,07—0,37
Ընդամենը	7,61	7,55	7,98	8,13	6,56	6,41	5,60	6,15	0,55—2,53

նույնիսկ ավելի անդամ: Այսպես, օրինակ, աղատ ասպարադինը 82-ի մոտ՝ եռակի պակաս է 56-ի համեմատությամբ, աղատ գլյուտամինը 44-ի մոտ՝ կրկնակի պակաս է 39-ի համեմատությամբ, գլիցինը 43-ի մոտ՝ կրկնակի պակաս է 41/1-ի համեմատությամբ և այլն:

Առանձին աղատ ամինաթթուների պարունակության տատանման մեծությունը ուսումնասիրված մուտանտների մոտ ցույց է տրված աղյուսակ 4-ի վերջին սյունակում: Աղատ ամինաթթուների պարունակության տեսակետից մեծ են տարբերությունները նաև մուտանտների և ելանյութ սորտի միջև:

Բացի բերքատվությունից, մնացած հատկանիշների տեսակետից Արտաշատի 42 սորտից մակածված մուտանտների նկարագրված խումբը կարելի է համարել պատահականորեն ընտրված նմուշ, մուտանտների ավելի մեծ խմբից: Հետևաբար, այդ խմբի նկատմամբ ստացված տվյալները և հետևությունները կարելի է տարածել մյուս մուտանտների վրա ևս: Իսկ այդ հետևություններից հիմնականը հանդում է այն բանին, որ մուտացիաները տալիս են ցորենի բիոքիմիական հատկանիշների նշանակալի փոփոխություններ: Հայտնի է, որ ցորենի սելեկցիայի արդի էտապում մեծ ուշադրության է արժանանում

բերքի ոչ միայն քանակական, այլև որակական, այդ թվում բիոբիմիական կազմի ցուցանիշները:

Այսպիսով, ինչպես դենետիկական, այնպես էլ պրակտիկ և սելեկցիոն առումով մեծ հետաքրքրություն կարող է ներկայացնել մուտանտ ձևերի բիոբիմիական հնարավոր մեծ ծավալով ու ցուցանիշներով կատարվող հետազոտությունները:

Հայկ. ՍՍՀ ԳԱ բույսերի ինդուկցված
մուտանտների լաբորատորիա

Ստացված է 18.1V 1972 թ.

Р. С. БАБАЯН, А. М. ГЕВОРКЯН

О МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НЕКОТОРЫХ МУТАНТОВ ПШЕНИЦЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СОРТА АРТАШАТИ 42

Резюме

Описаны некоторые мутагенные линии пшеницы, индуцированные совместным воздействием на воздушно-сухие семена рентгеновских лучей и высоких температур. Мутантные линии по морфологическим признакам значительно отличаются от исходного сорта. Приведены краткие морфологические и биологические особенности исходного сорта и мутантных линий. По данным предварительного испытания, все описанные мутанты, кроме мутанта 56, оказались более урожайными, чем исходный сорт. Повышение урожайности составляет от 7,1 до 46,8% от исходного сорта. По таким показателям качества зерна, как абсолютный вес и натура, мутантные линии в значительной мере различаются как от исходного сорта, так и друг от друга.

Определение содержания общего азота (сырого протеина), растворимых углеводов и свободных аминокислот в зерне показало, что по этим показателям мутанты определенно различаются друг от друга и от исходного сорта.

Выявлена аналогичная изменчивость в содержании свободных аминокислот в зерне. По содержанию отдельных аминокислот мутантные линии различаются от исходного сорта и друг от друга в широких пределах.

На основании полученных результатов заключается, что мутации у пшеницы, выявляемые по внешним морфологическим признакам (видимые мутации), оказывают большое влияние и на биохимические признаки растений; указывается на возможность использования мутантов в селекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиханян С. И. Селекция промышленных микроорганизмов. М., «Наука», 1968.
2. Ауземус Э. Р., Мак-Нил Ф. Х., Шмидт Ю. У. В кн.: Пшеница и ее улучшение. М. «Колос», 1970.

3. Густафсон А. Сельскохозяйственная биология. 3, 1, 1968.
4. Дубинин Н. П. Проблемы радиационной генетики. М., «Наука», 1961.
5. Дубинин Н. П. Генетика. 7, 1966.
6. Дубинин Н. П. В кн.: Практические задачи генетики в сельском хозяйстве. М., «Наука», 1971.
7. Майстренко О. И., Пальчикова Г. М. В кн.: Влияние ионизирующих излучений на наследственность. М., «Наука», 1966.
8. Хвостова В. В. Вестник АН СССР, 5, 1966.
9. Хвостова В. В., Можаяева В. С., Черный И. В. Генетика, 11, 1969.
10. Хвостова В. В., Тарасенко Н. Д. Усп. совр. биол., 69, 3, 1970.
11. Хейн Е. Дж., Смит Дж. С. В кн.: Пшеница и ее улучшение. М., «Колос», 1970.
12. Хлыстова Е. В. В сб.: Биологические основы растениеводства. М., 1970.
13. Черный И. В. В сб.: Экспериментальный мутагенез у сельхоз. растений и его использование в селекции. М., «Наука», 1966.
14. Шкварников П. К. В сб.: Радиация и селекция растений. М., «Атомиздат», 1965.
15. Шкварников П. К. Генетика, 6, 1966.
16. Штуббе Г. Генетика, 11, 1966.
17. Gaul H. Symp. on mutation and breeding. Nat. Acad. Sci. publ. 891, 1961.
18. Gaul H. Genetics today. proc. XI Internat. genet. Congr. 3, 1965.
19. Hoffman W. Aussichten der Mutationzüchtung zur Verbesserung der Qualität des Weizens. Detmold, 1954.