

## ЎЗБЕКИСТОН БУГДОЙ САРИҚ ЗАНГ КАСАЛЛИГИ МАҲАЛЛИЙ ИРҚЛАРИГА ЎСИМЛИК САРИҚ ЗАНГ ГЕНЛАРИНИНГ ҲИМОЯ РЕАКЦИЯСИ

Х.С.Тўрақулов,  
Д.Ш.Шокирова,  
Т.А. Бозоров

ЎзР ФА Генетика ва ўсимликлар экспериментал биологияси институти

### АННОТАЦИЯ

Мақолада бугдойнинг сариқ занг касаллигига Ўзбекистон дала иқлим шароитида ва ирқларига ўсимлик чидамлик генларининг касалликга қарши курашида ўсимликни қай даражада химоя қила олиши баҳоланган. Тадқиқот натижасида маҳаллий ирқларга Yr5, Yr10, Yr15, YrSp генлари мутлоқ чидамликни таъминласа, Yr2, Yr27, Yr32, YrSP генлари харорат ошган сари чидамликни кучайтириб, хароратга боғлиқ чидамликни таъминлаши аниқланди. Yr2, Yr27, Yr32, YrSP генлари касаллик пайдо бўлган бахорнинг эртарақ даврларда MS реакциясини бериб, кун исий бошлагача, охири баҳолашларда MR, яъни хлоротик ва некроз доғлар кўпроқ бўладиган ўртача чидамлик даражасини бериши маълум бўлди. Ушбу генлардан селекцион мақсадларда фойдаланиш, гарчи ўсимлик касаллансада, касалланишни секинлатиш ёки умуман тўхтатиш орқали зарарни кескин камайитириши мумкин.

**Калит сўзлар;** Бугдой намуналари, MR, MS, S, сариқ занг, YRTN кўчатзориди

### ABSTRACT

*In the article assesses, in what degree resistance genes can protect plant from wheat yellow rust disease in the field climate condition and races of Uzbekistan. As a result of the study, it was found that the Yr5, Yr10, Yr15, YrSp genes provide absolute resistance to local races, and the Yr2, Yr27, Yr32, YrSP genes increase resistance with increasing temperature and provide temperature-dependent resistance. It was found that the Yr2, Yr27, Yr32, YrSP genes give MS reactions earlier at the beginning of the disease, and as the passing time or temperature increases, reactions changes to MR from MS, i.e. showing chlorotic and necrotic spots. However, selective use of these genes can greatly reduce damage by slowing or stopping the disease if the plant becomes infected.*

**Keywords;** Wheat samples, MR, MS, S, yellow rust, YRTN nursery

## **КИРИШ**

Буғдойнинг занг касаллиги Марказий Осиё минтақасида энг кенг тарқалган ва буғдойнинг энг асосий касаллиги бўлиб, буғдой ҳосилига катта зарар келтиради. Ушбу минтақа аҳолиси эса буғдойнинг маҳсулоти бўлмиш ун ва нон маҳсулотларини дунёда энг кўп истеъмол қиладиган халқлар қаторига киради [2]. Бошқа тарафдан минтақа аҳолиси ер юзида аҳолиси энг тез ўсаётган худуд сифатида қайд этилади [1]. Демак минтақа аҳолисининг озиқ овқат маҳсулотларига бўлган талаби ҳам бошқа минтақаларга қараганда кўпроқ ошади. Шундай экан, минтақа аҳолисининг асосий озиқ овқат экини бўлмиш буғдойни ҳосилдорлигини ошириш ҳамма вақт ҳам долзарб масала бўлиб қолади.

Аҳоли эҳтиёжини етарли буғдой дони ҳосили билан таъминлашда ушбу экиннинг ҳосилдорлигига катта зарар келтираётган касаллик ва зараркунандаларнинг салбий таъсирини камайтириш муҳим омиллардан бири бўлиб хизмат қилади. Юқорида таъкидланганидек, қўзғатувчиси *Puccinia striiformis f.s. tritici* бўлган сариқ занг касаллиги буғдойнинг Марказий Осиё минтақасида энг асосий биотик стресс омили бўлиб, ушбу касалликга қарши бутун минтақада айниқса кузги буғдой далаларида асосан фунгицидлар қўлланилади [1].

Қишлоқ хўжалиги дехқончилигида фунгицидлар қўллаш маълумки аввало қиммат ва табиатга нодўстона усул сифатида қабул қилинади. Бу масаланинг самарали, арзон ва атроф муҳит учун зарарсиз энг ижобий ечими албатта чидамли нав етиштиришдир. Амалиётни чидамли нав билан таъминлашда ва яратишда хўжайин ўсимлик буғдойнинг чидамлилик генларини тадқиқ қилиш мазкур масала селекциясининг муҳим йўналишидир. Чунки чидамлилик генлари яратилажак навларга чидамлиликнинг асосий калити бўлиши билан бирга буғдойнинг сариқ занг касаллиги патогенининг ўта ўзгарувчанлик хусусияти сабабли кўплаб ирқлари бўлиши ва доимо ўзгариб туриши ҳам маҳаллий ирқларнинг ўсимлик генларига вирулентлик ҳолатлари доимий кузатувда бўлишини талаб этади. Шу мақсадда тадқиқотимизда маҳаллий ирқлар вирулентлигининг сариқ занг касалигига жавоб берадиган ўсимлик турли генлари ҳолатини ўргандик.

**Тадқиқот усули.** Тадқиқотда ИКАРДА халқаро ташкилотида барпо қилинган YRTN (Yellow rust trap nursety-Сариқ занг қопқон кўчатзори) кўчатзорининг сариқ занг касаллигига жавоб берадиган генлари аниқ бўлган дифференциатор ва изоген линияларидан фойдаланилди. Сариқ занг касаллигига дала шароитида 1 м<sup>2</sup> дан экилган намуналарнинг хар 10 тасидан

кейин ва тажриба майдончасининг икки четига экилган чидамсиз Марокко навига кеч куз ва эрта бахорда буғдой даларидан йиғилган сариқ занг касаллиги урениоспораларини 1 литрига 1 томчи ТВИН моддаси қўшилган сувга аралаштириб, куннинг кечки пайтида, кеч куз ва эрта бахорда сепиб инокуляция қилинди. Касаллик ривожланиши учун оптимал шароитни, нам ва салқин хароратни таъминлаш мақсадида махсус сув парлатгич қурилмаларидан фойдаланилди. Касаллик белгилари етарли микдорда пайдо бўлгач, буғдой намуналарини McIntosh, R.A. ва бошқаларнинг (1995) “Халқаро сариқ занг кўчатзорида нав ва намуналарни баҳолаш” ва McNeal F.H ва бошқалар (1971) усулида амалга оширилди [11], [12]. Бунда чидамлилик реакциялари қуйидаги ҳолатда тегишли харфлар билан белгиланди:

- O** (zero) –**иммуни/чидамли** - касаллик белгилари умуман йўқ;
- MR** (moderate resistant) – **ўртача чидамли** – унча кўп бўлмаган кичик ва ўрта некротик ва хлоритик доғлар, касаллик ривожланишдан тўхтаган;
- MS** (moderate susceptible) – **ўртача чидамсиз** – ўртача катталиқдаги уредопустилалар хлоритик доғлар билан, касаллик ривожланишда давом этган;
- S** (susceptible) – чидамсиз – йирик хажмдаги уредопустулалар, касаллик бутун ўсимликни эгаллаб олган [11].

**Натижа ва уларнинг муҳокамаси.** Аввало таъкидлаш лозим, YRTN кўчатзори ёрдамида бугунги кунда бутун дунёда сариқ занг касаллигига буғдойнинг генлари чидамлиликни таъминлашдаги ҳолати кузатиб боришда фойдаланилмоқда, ушбу кўчатзор ушбу касалликни тадқиқ қилишда муҳим қўлланмадан бирига айланган. Бизни тадқиқотларимизда ушбу кўчатзорни ҳам бир мавсўмнинг ўзида ва ҳам йиллар бўйича касалликни ривожланишини баҳолаб бордик. Аввало битта мавсумда ривожланиб боришини таҳлил қиламиз (1-жадвал).

**1-жадвал.**

**YRTN кўчатзорида 2023 йилда сариқ занг касаллигининг ривожланиш динамикаси**

№	Буғдой намуналари	Yr - genlar	Турли муддатларда баҳолаш натижалари			
			24.03.23	06.04.23	14.04.23	26.04.23
1	<b>Triticale</b>		10MS	30 MS	50MS	80MS
2	<b>Morocco</b>		5S	60S	100S	100S
3	Yr 1/ 6* Avocet S	Yr1	5S	30S	60S	100S
4	Yr 1/6* AvS	NIL 1	10S	40S	60S	100S
5	Chinese 166 (W;Yr1)	(W;Yr1)	30S	50S	60MS	80MS
6	Chinese 166	Yr1	5S	50S	70S	100S
7	Kalyansona (S)	Yr2	20MS	40S	80S	100S
8	Heines VII (W;Yr2+?)	(W;Yr2+?)	5MS	20MS	30MS	50MR

9	Vilmorin 23 (W;Yr3a,4a+other)	(W;Yr3a,4a+)	5MR	15MR	30MR	40MR
10	<b>Morocco</b>		30S	50S	100S	100S
11	Hybrid 46 (W;Yr4)	(W;Yr4)	15MR	20MR	20MR	20MR
12	Yr 5/ 6* Avocet S	Yr5	0	0	0	0
13	Triticum spelta (Inter, Yr6+1)	Yr5	0	0	0	0
14	Yr 6/ 6* Avocet S	Yr6	5S	20S	80S	100S
15	Heine's Kolben (S; Yr6+1)	(S; Yr6+1)	20MS	40MS	80MS	100MS
16	Heine's Peko (S; Yr6+?)	(S; Yr6+?)	10MS	20MS	40MS	60MS
17	Fielder	Yr6,Yr20	20S	40S	80S	100S
18	Yr 7/ 6* Avocet S	Yr7	15S	30S	80MS	100MS
19	Lee (S;Yr7)	(S;Yr7)	5S	20S	40S	60S
20	<b>Morocco</b>		30S	50S	100S	100S
21	Reichersberg 42 (W;Yr7+?)	(W;Yr7+?)	20MR	30MR	40MR	40MR
22	Thatcher	Yr7	10MS	20MS	40MS	50MS
23	Yr 8/ 6* Avocet S	Yr8	5MS	15MS	70S	100S
24	Compair (S;Yr8)	(S;Yr8)	5MS	10S	50S	90S
25	Yr 9/ 6* Avocet S	Yr9	10MS	30MS	100MS	100 MS
26	Fed.4/Kavkaz (Yr9)	Yr9	10S	40S	80S	100 S
27	Clement (W;Yr9+Yr2+?)	(W;Yr9+Yr2+?)	10MS	20MS	40MS	50 MS
28	Federation		20S	40S	80S	100 S
29	Yr 10/ 6* Avocet S	Yr10	0	0	0	0
30	<b>Morocco</b>		30S	50S	100S	100 S
31	Moro (W; Yr10)	(W; Yr10)	10R	20R	0	0
32	Yr 15/ 6* Avocet S	Yr15	0	0	0	0
33	YR17/6*Avocet S	Yr17	10S	20S	60S	100 S
34	Strubes Dickopf (W;2-more?)	(W;2-more?)	5MS	15MS	40MS	60 MS
35	Suwon 92xOmar (W)	(W)	5MS	15S	60S	100 S
36	Nord Desprez (W;YrND)	(W;YrND)	10MS	20MS	50MS	70 MS
37	Yr32/6*Avocet S	Yr32	10MS	20MS	50MR	60 MR
38	Carstens V (W,Yr32)	(W,Yr32)	20S	30S	60S	100 S
39	Yr SP / 6* Avocet S	YrSP	0	0	0	0
40	<b>Morocco</b>		10S	50S	100S	100 S
41	Spaldings Prolific (W;YrSP)	(W;YrSP)	10MS	50MS	60MR	60 MR
42	Avocet 'R'	YrA	10S	30S	90S	100 S
43	Inia 66	YrA	15S	30S	60S	90 S
44	Avocet 'S'	-	5S	20S	70S	100 S
45	Tres/6* AVS	-	5MS	10MS	30MR	30 MR
46	Yr 18/ 3* Avocet S	Yr18	5MS	20MS	60S	100 S
47	Jupateco 'R' (S)	Yr18+	10S	20S	50S	80 S
48	Jupateco 'S'	-	5MS	20S	80S	100 S
49	Anza	YrA,Yr18	10MS	30MS	60S	80 S
50	<b>Morocco</b>		20S	50S	100S	100 S
51	Cook (S)	APR	10MS	30MS	50MS	70 MS
52	Lemhi	Yr21	20S	40S	80S	100 S
53	TP 981	-	5S	30MS	60MS	80 MS
54	TP1295	Yr25	10MS	20MS	50MS	70 MS
55	YR27/6*Avocet S	Yr27	5MS	10MS	10MR	30 MR
56	Ciano 79	Yr27	10S	30S	70S	100 S
57	ATTILA CM85836-50Y	Yr27+?	15S	30S	70S	100 S

58	OPATA 85	Yr27+Yr18	10S	30S	80S	100 S
59	Avocet-YRA*3/3/ALTAR 84/AE.SQ//OPATA	Yr28	10S	30S	80S	100 S
60	<b>Morocco</b>		30MS	50MS	100S	100 S
61	Lal Bahadur/Pavon 1B L	Yr29	5MS	20MS	70MS	100 MS
62	AVOCET-YRA*3/PASTOR	Yr31	20S	40S	90S	100 S
63	PASTOR	Yr31+APR	15S	30S	50MS	60 MS
64	Pollmer 2.1.1(Triticale)		10MR	20MR	50MR	50 MR

Жалвалда кўришиб турганидек сариқ занг касаллигига жавоб берадиган турли генларнинг жавоб реакцияларини баҳолашдан ташқари уларнинг динамикасини ҳам кузатиш мақсадида баҳолаш ишлари хар 10-12 кунда қайта ўтказилиб борилди. Жадвалдаги баҳолаш натижасидан аввало буғдойнинг сариқ занг маҳаллий популяциясининг қайси генларга вирулент ёки авирулент эканлигини умумий хулоса қилиш мумкин бўлса, иккинчидан адабиётларда таъкидланган юқори хароратга боғлиқ чидамликни қайси генлар таъминлаши мумкинлиги ҳақида хулоса қилиш мумкин бўлади.

Ушбу баҳолаш натижасида таркибида Yr5, Yr10, Yr15, YrSp генлари мавжуд бўлган буғдой генотиплари мутлоқ чидамликни, Yr3, Yr4, Yr32, Yr27 генли генотиплар ўртача чидамликни, Yr2, Yr7, Yr25, YrND генли генотиплар ўртача чидамсизликни намоён қилганини кўриш мумкин. Қолган барча генли генотиплари эса чидамсизликни намоён қилишди. Ушбу жадвал натижаларини ихчамлаштириб қуйидагича кўринишда келтириш мумкин (2-жадвал).

2-жадвал

**Ўзбекистонда буғдойда сариқ занг касаллигига жавоб берадиган генларнинг  
чидамликни таъминлаш даражалари**

Чидамли генлар	Ўртача чидамли генлар	Ўртача чидамсиз генлар	Чидамсиз генлар
Yr5, Yr10, Yr15, YrSp	Yr3, Yr4, Yr32, Yr27	Yr2, Yr7, Yr25, YrND	YrA, Yr1, Yr6, Yr8, Yr9, Yr18, Yr21, Yr24, Yr28, Yr29, YrCV, Yr31

Генларнинг мутлоқ чидамликни таъминлаши ортиқча изох шарт эмас, чунки ушбу генларда ўсимлик ривожланиш даврининг бирор фазасида ёки қандайдир шароитлар остида бўлишидан қатъий назар патоген умуман ривожлана олмайди ва касаллик белгилари умуман кўринмайди ва ушбу генлардан селекцион мақсадларда фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Биз энди ўртача чидамликни таъминловчи генлар ҳақида қисқача тўхталамиз.

Маълумки адабиётларда буғдойнинг сариқ занг касаллигига чидамликни бир қанча турларини кўрсатиб ўтишган. Жумладан, буғдой ўсимлигида сариқ зангга чидамликнинг иккита генетик: барча ўсув фазаларида (ўсимталиқ фазасида чидамлик деб ҳам юритилади)ги чидамлик–яъни униб чиқиш фазасида кузатилади лекин ўсимликнинг барча ўсув фазаларида намоён бўлади ва катта ёшдаги ўсимлик чидамлиги бўлиб, ўсимликнинг охириги ўсув фазаларида намоён бўлади [3], [4], [8], [9], [15], [16]. Иккинчи тур, яъни катта ёшдаги ўсимлик чидамлиги юқори харорат ўсимлик чидамлиги ҳам дейилади, яъни ўсимлик ёшлигида касалланиб, катталашган сари ва айниқса харорат ортган сари чидамлик кучаяди, олимлар ушбу турдаги чидамликни биринчи тур, яъни барча ўсув фазаларида чидамлик турига қараганда янги ирқлар томонидан енгиллиги қийин бўлишини ва чидамлик узокроқ давом этишини таъкидлашган [9], [10], [13], [14], [129]. Ушбу чидамлик турининг энг ахамиятли томони шундаки, ҳосилдорликни таъминловчи юқориги байроқ барг пастки баргларга қараганда чидамлироқ бўлади ва кам касалланади [14], [15].

Биз ушбу чидамлик турларини ҳам кузатиш мақсадида баҳолашни бир неча муддатда қайта ўтказиб, ҳар 10-12 кунда намуналарни баҳоладик. Демак тажрибаларимизда чидамликни динамикаси ўрганилганда, баҳолаш бошида айрим намуналарнинг S даражасида касалланиб, охириги баҳолашларда MS реакциясига ўтгани айнан юқори харорат билан боғлаш мумкин. Яъни айрим намуналарда харорат кўтарилгани сари касалланиш реакция типлари ўзгариб, касалланиш ривожланишдан эрта тўхтади. Биз қуйида ушбу типда касалланиш даражаси ўзгарган намуналарни алоҳида кўриб чиқамиз.

**3-жадвал.**

**Касаллик ривожланиш динамикасида касалланишни эрта тўхтаган ёки юқори хароратга боғлиқлиги кузатилган генлар ва уларнинг генотиpleri**

№	Буғдой намуналари	Yr – genlar	Турли муддатларда баҳолаш натижалари			
			24.03.23	06.04.23	14.04.23	26.04.23
8	Heines VII (W;Yr2+?)	(W;Yr2+?)	5MS	20MS	30MS	50MR
9	Vilmorin 23 (W;Yr3a,4a+other)	(W;Yr3a,4a+)	5MR	15MR	30MR	40MR
11	Hybrid 46 (W;Yr4)	(W;Yr4)	15MR	20MR	20MR	20MR
16	Heine's Peko (S; Yr6+?)	(S; Yr6+?)	10MS	20MS	40MS	60MS
19	Lee (S;Yr7)	(S;Yr7)	5S	20S	40S	60S
21	Reichersberg 42 (W;Yr7+?)	(W;Yr7+?)	20MR	30MR	40MR	40MR
22	Thatcher	Yr7	10MS	20MS	40MS	50MS
27	Clement (W;Yr9+Yr2+?)	(W;Yr9+Yr2+?)	10MS	20MS	40MS	50 MS
34	Strubes Dickopf (W;2-more?)	(W;2-more?)	5MS	15MS	40MS	60 MS
36	Nord Desprez (W;YrND)	(W;YrND)	10MS	20MS	50MS	70 MS
37	Yr32/6*Avocet S	Yr32	10MS	20MS	50MR	60 MR



41	Spaldings Prolific (W;YrSP)	(W;YrSP)	10MS	50MS	60MR	60 MR
45	Tres/6* AVS	-	5MS	10MS	30MR	30 MR
55	YR27/6*Avocet S	Yr27	5MS	10MS	10MR	30 MR
63	PASTOR	Yr31+APR	15S	30S	50MS	60 MS
64	Pollmer 2.1.1(Triticale)		10MR	20MR	50MR	50 MR

3-жадвалда келтирилган намуналар 1-жадвалда келтирилган ва 100 фоизгача касалланган бошқа намуналарга қараганда кам даражада касалланган, касалланиш секин ривожланган ёки касалланиш бошида қайд қилинган чидамсизлик реакцияси типлари кейинги баҳолашларда некрозлар ёки хлорозлар пайдо бўлиши билан S реакция типидан MS ёки MR реакция типига ўзгарган, натижада касалланиш ёки касалликнинг ривожланиш бошқа намуналарда давом этган ҳолда ушбу намуналарда тўхтаган. Таъкидлаш лозим ушбу жадвалда келтирилган намуналардаги генлар 1 жадвалда асосан ўртача даражада чидамлиликни таъминлаган генлардир.

Бу жадвалда Heines VII (W;Yr2+?), Yr32/6\*Avocet S, Spaldings Prolific (W;YrSP), YR27/6\*Avocet S намуналар тегишли генлар билан баҳолашнинг бошида, яъни 24 март кунида баргларда чидамсизлик реакциясини кўрсатган бўлса, охириги баҳолаш, яъни 26 апрелга келиб ўртача чидамлилик реакциясини бера бошлаган, ва касаллик ўсимликнинг умумий массасини 50-60 фоизини эгаллаш билан тўхтаган бошқа намуналарда 100 фоизгача қисми тўлиқ эгаллаган ҳолда. Демак Yr2, YR27, Yr32, YrSP генлари бизни минтақамизда юқори хароратга боғлиқ чидамлиликни таъминлай олади. Бу генлар айниқса бизда хали байроқ баргга касаллик тарқалишига улгурмайдиган апрел ойи охири май ойининг бошида хароратнинг кўтарилиши ҳолатида ҳосилни минимал даражада камайишини таъминлайдиган селекцион ютуқни бериши мумкин.

Vilmorin 23 (W;Yr3a,4a+other), Hybrid 46 (W;Yr4) ва Reichersberg 42 (W;Yr7+?) генотиплари таркибидаги Yr3, Yr4 генлари мононазоратда ва Yr7+? гени қўшимча номаълум ген назоратида ўсимликга ўртача чидамлиликни касаллик тушгандан бошлаб намоён қилиб, патоген спораси барг юзасида пайдо бўлгандан, ҳосил бўлган хлороз чегаралар спораларнинг тарқалишини чеклаши орқали чидамлиликни таъминлайди.

Clement (W;Yr9+Yr2+?), Strubes Dickopf (W;2-more?), Nord Desprez (W;YrND), Heine's Peko (S; Yr6+?), Thatcher (Yr7) генотиплари қавс ичидаги генлар назоратида касалланиш бошланишида ўртача чидамсизлик, MS реакциясини, яъни касаллик споралари эркин ривожланмай, хлоротик доғлар билан чегараланган секинликда ривожланганлиги кузатдик. Касалликнинг секин ривожланиши натижасида S реакцияси, яъни чидамсизлик реакциясини

намоён қилган намуналарда 100 фоиз ўсимликлар қисми зарарланган ҳолда ушбу MS реакцияси типига кучли касаллик фонида касалликнинг ривожланиши 60 фоиздан ошмади.

Ушбу тажриба натижасида шундай хулосага келиш мумкинки, аввало тўлиқ чидамли навларни ушбу мақолада кўрсатилган чидамликни тўлиқ таъминлаган генларни янги навларга ўтказиш орқали эришиш мумкин. Амалиётда чидамли навлар йўқ бўлган ҳолатда эса, районлаштирилган ва истиқболли навларда сариқ занг касаллигига жавоб берадиган генлар молекуляр маркерлар ёрдамида аниқланиши ва чидамсиз бўлсада таркибидаги аниқ бўлган генларга кўра ўртача чидамликни таъминлайдиган, харорат ошган сари ривожланишдан эрта тўхтайдиган, яъни нав касаллансада ҳосилга кам зарар келтирадиган генли навларни танлаб экишса, сариқ занг касаллигидан келадиган зарар олди олинади.

#### **ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР (REFERENCES)**

1. Тўрақулов Х.С., Бабоев С.К., Гулмуродов Р.А. Буғдойнинг занг касалликлари. Монография. Наврўз нашриёти, Тошкент-2015. 116 бет.
2. Хасанов Б.А. Ржавчинные болезни пшеницы в Узбекистане и борьба с ними. –Ташкент: 2007
3. Chen X. M. HTAP resistance, the key for sustainable control of stripe rust // Fourth Regional Yellow Rust Conference For Central & West Asia, and North Africa: Antalya, 2009. P-18.
4. Chen, X.M., and Line, R.F. Identification of stripe rust resistance genes in wheat cultivars used to differentiate North American races of *Puccinia striiformis* // Phytopathology, 1992a. 82: 1428–1434.
5. Chen, X.M., and Line, R.F. Inheritance of stripe rust resistance in wheat cultivars used to differentiate races of *Puccinia striiformis* in North America // Phytopathology, 1992b. 82: 633–637.
6. Chen, X.M., and Line, R.F. Inheritance of stripe rust resistance in wheat cultivars postulated to have resistance genes at *Yr3* and *Yr4* loci // Phytopathology, 1993. 83: 382–388.
7. Chen, X.M., Line, R.F., and Leung, H. Virulence and polymorphic DNA relationships of *Puccinia striiformis* f. sp. *Hordei* to other rusts // Phytopathology, 1995a. 85: 1335–1342.
8. Chen, X.M., Line, R.F., and Jones, S.S. Chromosomal location of genes for stripe rust in spring wheat cultivars Compair, Fielder, Lee, and Lemhi and



interactions of aneuploid wheats with races of *Puccinia striiformis* // *Phytopathology*, 1995b. 85:375–381.

9. Chen, X.M., Line, R.F., Shi, Z.X., and Leung, H. Genetics of wheat resistance to stripe rust. *In Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium. 2–7 August 1998, University of Saskatchewan, Saskatoon, Sask. Edited by A.E.Slinkard. University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon, Sask. 1998a. Vol. 3. pp. 237–239.*

10. Line, R.F., and Chen, X.M. Successes in breeding for and managing durable resistance to wheat rusts. *Plant Dis.* 1995. 79: 1254–1255.

11. McIntosh, R.A., Wellings, C.R., Park, R.F. Wheat rusts: an atlas of resistance genes. Australia: –CSIRO. 1995. 205 p.

12. McNeal F.H., Konzak C.F., Smith E.P., Tate W.S., Russel T.S. A uniform system for recording and processing cereal research data. USDA, ARS, 1971: pp. 34–121

13. Milus, E.A., and Line, R.F. Number of genes controlling high-temperature adult-plant resistance to stripe rust in wheat // *Phytopathology*, 1986a. 76: 93–96.

14. Milus, E.A., and Line, R.F. Gene action for inheritance of durable, high-temperature, adult-plant resistance to stripe rust in wheat // *Phytopathology*, 1986b. 76: 435–441.

15. Pretorius, Z.A., Rijkenberg, F.H.J., and Wilcoxson, R.D. Effects of growth stage, leaf position, and temperature on adultplant resistance of wheat infected by *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* // *Plant Pathol.* 1988. 37, 36–44.

16. Qayoum, A., and Line, R.F. High-temperature, adult-plant resistance to stripe rust of wheat // *Phytopathology*, 1985. 75: 1121–1125. 44.