

İCARDA-dan İntroduksiya Olunmuş Tetraploid Buğda Növlərinin Genetik Müxtəlifliyinin Monomer Prolaminlərlə Tədqiqi

H.B. Sadıqov

AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutu, Azadlıq pr., 155, Bakı AZ 1106, Azərbaycan;
E-mail: hamlet.sadiqov@yahoo.com

İCARDA-dan introduksiya olunmuş tetraploid buğdaların 9 növünü əhatə edən 64 (biotiplərlə 88) müxtəlif mənşəli nümunənin genetik müxtəlifliyi qliadin zülal markerlərinə görə tədqiq edilmişdir. Qliadinin ehtiyat zülallarının elektroforetik (EF) komponentlərinin patterinlərinin ω -, γ -, β - və α -zonalarda rastgəlmə tezliyi fərqlənmişdir. Mənşəyinə görə fərqlənən nümunələrin 4 müxtəlif zonada paylanmış qliadin patterinlərinin genetik müxəliflik indeksi (Nei) ω -zonada 0.959, γ -zonada 0.953, β -zonada 0.958 və α -zonada isə 0.946 olmuşdur. Bu genotiplər arasında qliadin ehtiyat zülallarının EF komponentlərinin patterinlərinə görə yüksək genetik polimorfizm aşkar edilmişdir.

Açar sözlər: Tetraploid buğda, genetik müxtəliflik, zülal markerlər, qliadin, lokus, allel, elektroforetik komponentlər, pattern

GİRİŞ

Qlobal iqlim dəyişikliklərinin baş verdiyi bir zamanda ətraf mühitin biotik və abiotik stress amillərinə davamlı yüksək keyfiyyətli məhsuldar yeni sortların yaradılması üçün egilops, çovdar və buğdanın yabanı və mədəni növlərinin müxtəlifliklərindən məqsədyönlü istifadənin önəmliyinə diqqət yetirilməlidir. İnsanların zülalə olan tələbatı dəniz endosperminin əsasını təşkil edən ehtiyat zülalları ilə ödənilir. Buğda dənizinin endosperminin əsasını təşkil edən qliadin və qlütenin ehtiyat zülalları qlütenin (kleykovina) 80%-ni təşkil edir. Bu ehtiyat zülalları genetik determinə olunmuş əlamət kimi, torpaq-iqlim və becərilmə şəraitində asılı olaraq dəyişir. Qliadin ehtiyat zülalları əsasən molekul daxili disulfid (S-S) əlaqələri olan, prolin və qlutamin amin turşular ilə zəngin, 70%-li etil spirtində həll olan monomer polipeptidlərin heterogen qarışığından ibarət olduğuna görə, onlara monometr prolaminlər də deyirlər (Попереля, 1989; Одинцова, 2010; Созинов, 1985; Садыгов, 2013). Qliadinlərin molekulyar kütləsi 30000-75000 Da arasında dəyişir. Bu zülallarda molekullararası rabitənin olmaması, qliadinlərin elektroforez zamanı çoxlu sayda komponentlərə ayrılmasına səbəb olur. 10-27 polipeptiddən ibarət qliadin elektroforetik spektrləri (EF) α -, β -, γ -, və ω - olmaqla 4 zonaya ayrılmışdır ki, bu komponentlər bir-birindən aminturşu tərkibinə görə fərqlənirlər. (Павлов, 1967; Созинов, 1985; Shepherd, 1968; Shewry et al., 1995). Genetik şərtlənmiş zülalların polimorfizminin, yəni onların sintezləyən genlərin allellər çoxluğunun canlı orqanizmlərdə aşkar olunması və bu genetik müxtəlifliyin markerlər dəstəsinin yaradılması sahəsində tədqiqatların aparılması məqsəduyğun hesab olunur.

Tetraploid buğdalara və o cümlədən, bərk buğda növünə aid nümunələrin müxtəlifliyinin genetik şərtlənmiş zülal markerlərə əsasən öyrənilməsi mühüm aktuallığa malikdir. Min illərlə təbiətdə yaranmış növlər və qədimdən bu günə qədər insanlar tərəfindən yaradılmış çoxlu miqdarda buğda sort, forma və variasiyalarında, onların hibrid populyasiyalarında uzlaşmış faydalı əlamətləri daşıyan genlərə malik nümunələrin yox olmasının qarşısının alınmasında və bunlardan yeni məhsuldar, yüksək dən keyfiyyətinə malik sort və formaların yaradılmasında qliadin və qlütenin ehtiyat zülallarının sintezinə nəzarət edən lokusların (Gli 1A, Gli 1B, Gli 6A və Gli 6B) allel genlərinin polimorfizminin tədqiqi çox əhəmiyyətlidir (Sadıqov, 2014; Кудрявцев, 2006; Созинов, 1985; Bushuk, Zillman, 1978b; Du Cross et al., 1983; Shepherd, 1968).

Yapon buğda sortlarından alınmış 107 buğda nümunəsində qliadinlərin elektroforetik komponentlərinin patternlərini (elektroforetik spektrlərin hər birinin genotipdə zonalər üzrə əmələ gətirdikləri strukturlar) müəyyən etmək üçün A-PAGE üsulundan istifadə edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, bu buğdaların patternləri digər ölkələrdə becərilən buğdaların patternlərindən yüksək dərəcədə fərqlənir və onlar 46 patterndən ibarətdir. Misir buğda sortlarının qliadin zülallarının elektroforetik patternlərinin polimorfizminin tədqiqi, onların qliadin patterinlərinə görə müxtəlif olması ilə yanaşı, eyni zamanda müəyyən sayda oxşarlığa malik olmaları ilə də fərqlənmişlər (Teng et al., 1988). Bu baxımdan, buğda nümunələrinin genetik müxtəlifliyinin qliadin patternləri ilə müəyyən edilməsi digər üsullara nisbətən daha asan və effektivdir (Tanaka et al., 2003; Teng et al., 1988).

Cədvəl 1. Tədqiq olunan tetraploid buğda genotiplərinin adları və mənşələri

№	Adları	Mənşəyi	№	Adları	Mənşəyi
1	<i>T.turanicum</i>	Fransa	45	<i>T.durum,v.hordeiforme (biotop2)</i>	Argentina
2	<i>T.turanicum</i>	Misir	46	<i>T.durum,v.hordeiforme(biotype1)</i>	Avstriya
3	<i>T.turgidum</i>	Yunanıstan	47	<i>T.durum,v.hordeiforme(biotype2)</i>	Avstriya
4	<i>T.turanicum</i>	Rusiya	48	<i>T.dicoccoides</i>	İordaniya
5	<i>T.durum</i> (Lanqdon sort marker)	ABŞ	49	<i>T.dicoccoides(biotype1)</i>	Türkiyə
6	<i>T.dicoccoides</i>	Fələstin	50	<i>T.dicoccoides(biotype2)</i>	Türkiyə
7	<i>T.dicoccoides</i>	Suriya	51	<i>T.turgidumdurum,v.alboprovinciale</i>	İspaniya
8	<i>T.dicoccoides</i>	Suriya	52	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype1)</i>	Suriya
9	<i>T.dicoccoides</i>	İordaniya	53	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype2)</i>	Suriya
10	<i>T.dicoccoides</i>	İraq	54	<i>T.durum, v.hordeiforme(biotype1)</i>	Əlcəzair
11	<i>T.dicoccoides(biotype)</i>	Livan	55	<i>T.durum, v.hordeiforme(biotype2)</i>	Əlcəzair
12	<i>T.dicoccoides(biotype)</i>	Livan	56	<i>T.durum, v.hordeiforme(biotype1)</i>	Afqanıstan
13	<i>T.durum, v.leucomelan</i>	İran	57	<i>T.durum, v.hordeiforme(biotype2)</i>	Afqanıstan
14	<i>T.durum v. leucurum(biotype)</i>	Afqanıstan	58	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype1)</i>	Avstriya
15	<i>T.durumv.leucurum,(biotype)</i>	Afqanıstan	59	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype2)</i>	Avstriya
16	<i>T.durum, v.leucomelan</i>	Mərakeş	60	<i>T.durum, v.reichenbachi</i>	Yunanıstan
17	<i>T.durum,v.affine</i>	Bos. VəHers.	61	<i>T.dicoccoides</i>	Türkiyə
18	<i>T.durum,v.affine</i>	Türkiyə	62	<i>T.dicoccoides(biotype1)</i>	İordaniya
19	<i>T.turanicum(biotype)</i>	Türkiyə	63	<i>T.dicoccoides(biotype2)</i>	İordaniya
20	<i>T.turanicum(biotype)</i>	Türkiyə	64	<i>T.durum, v.melanopus(biotype1)</i>	Çin
21	<i>T.dicoccoides</i>	Azər.Naxçıvan	65	<i>T.durum, v.melanopus(biotype2)</i>	Çin
22	<i>T.dicoccoides</i>	Suriya	66	<i>T.durum, v.leucurum(biotype1)</i>	Banqladeş
23	<i>T.durum,v.melanopus(biotype)</i>	Azərbaycan	67	<i>T.durum, v.leucurum(biotype2)</i>	Banqladeş
24	<i>T.durum,v.melanopus(biotype)</i>	Azərbaycan	68	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype1)</i>	Ermənistan
25	<i>T.durum,v.alboprovinciale</i>	Tunis	69	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype2)</i>	Ermənistan
26	<i>T.durum,v.alboprovinciale</i>	Türkiyə	70	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype1)</i>	Özbəkistan
27	<i>T.turgidum(biotype)</i>	Afqanıstan	71	<i>T.durum, v.leucomelan(biotype2)</i>	Özbəkistan
28	<i>T.turgidum(biotype)</i>	Afqanıstan	72	<i>T.durum,v.reichenbachii(biotype1)</i>	Rusiya
29	<i>T.turgidum</i>	İtaliya	73	<i>T.durum, v.reichenbachii(biotype2)</i>	Rusiya
30	<i>T.carthlicum</i>	Afqanıstan	74	<i>T.durum,v.affine</i>	Boliviya
31	<i>T.turgidum</i>	Türkiyə	75	<i>T.durumv.hordeiforme</i>	Bolqarıstan
32	<i>T.turgidum</i>	İtaliya	76	<i>T.durumv.apulicum</i>	Bolqarıstan
33	<i>T.turgidum</i>	Portuqaliya	77	<i>T.durum</i>	Bolqarıstan
34	<i>T.polonicum</i>	Qazaxıstan	78	<i>T.dicoccum(biotype1)</i>	Efiopiya
35	<i>T.carthlicum</i>	Efiopiya	79	<i>T.dicoccum(biotype2)</i>	Efiopiya
36	<i>T.turanicum</i>	Suriya	80	<i>T.turgidum</i>	Afqanıstan
37	<i>T.turgidum</i>	Pakistan	81	<i>T.timopheevii</i>	Gürcüstan
38	<i>T.polonicum(biotype)</i>	Rusiya	82	<i>T.carthlicum</i>	Gürcüstan
39	<i>T.polonicum(biotype)</i>	Rusiya	83	<i>T.karamyschevi</i>	Gürcüstan
40	<i>T.polonicum</i>	Almaniya	84	<i>T.karamyschevi</i>	Gürcüstan
41	<i>T.durum, v.hordeiforme</i>	Efiopiya	85	<i>T.turgidum</i>	Gürcüstan
42	<i>T.durum,v.affine</i>	Əlcəzair	86	<i>T.turgidum</i>	Gürcüstan
43	<i>T.durum, v.affine</i>	Məlumdeyil	87	<i>T.turanicum</i>	Tacikistan
44	<i>T.durum,v.hordeiforme(biotype)</i>	Argentina	88	<i>T.dicoccum</i>	Ermənistan

MATERIAL VƏ METODLAR

Tədqiqat işində ICARDA-dan alınmış tetraploid buğda növlərini (*T.turanicum* Jakubz., *T.dicoccoides* Koern., *T.turgidum* L., *T.polonicum*L., *T.carthlicum* Nevski, *T.dicoccum* Schrank., *T.timopheevii* Zhuk., *T.karamyschevi* Nevski, *T.durum* Desf.) əhatə edən 64 genotip və əsasən bərk buğdanın biotipləri (heterogen) ilə birgə 23 genotip, Lanqdon bərk buğda sortu (marker) daxil olmaqla, onların mənşəyi 1 saylı cədvəl verilmişdir. Bərk buğda sort və nümunələrinin dənələrində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforetik analizi A-PACE-də (ph 3.1) F.A.Poperlyanın (1989) modifikasiya olunmuş metoduna əsasən aparılmışdır. Genotiplər arasında genetik müxtəliflik Nei düsturu əsasında qliadinin elektroforetik komponentlərin yaratdığı

patterinlərə əsasən hər bir zona üçün hesablanmışdır: $H = 1 - \sum P_i^2$; burada, H- genetik müxtəliflik indeksi; P_i – hər bir patternin zonalar üzrə tezliyidir.

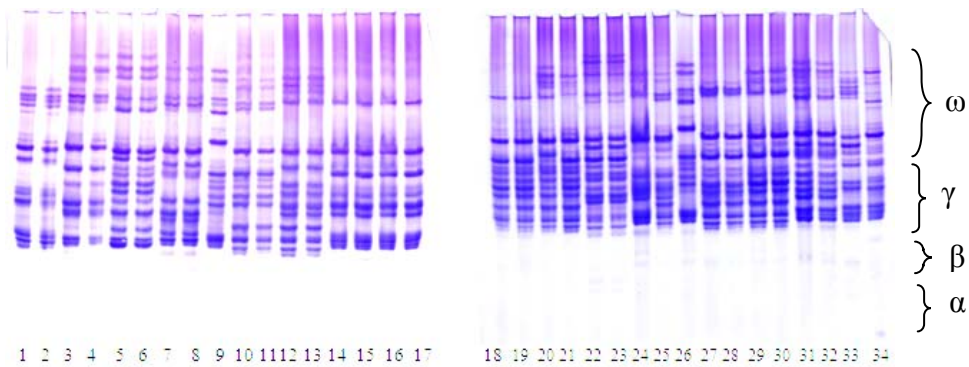
NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Monomer prolaminlər olan qliadin ehtiyat zülallarının elektroforeqramlarına görə 41 tetraploid buğda növünə aid nümunələrin genotipinin homogen, 23 nümunənin genotipinin isə heterogen olduğu müşahidə edilmişdir. Ona görə də genetik müxtəlifliyin tədqiqi üçün elektroforetik analiz edilmiş nümunələrin ümumi sayı 88 olmuşdur (Cədvəl 1). Qliadin ehtiyat zülallarının elektroforeqramlarına nəzər saldıqda məlum olur ki, molekul kütlələrinə uyğun olaraq, poliakrilamid gelində hərəkət sürətindən asılı olaraq

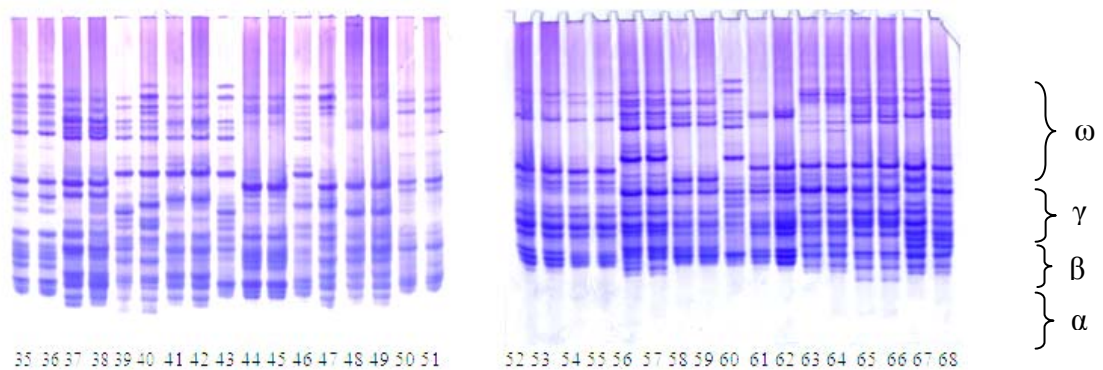
bu zülallarının EF spektrləri 4 müxtəlif zonada: ω -, γ -, β - və α -zonalarında paylanmışdır (şəkil 1-4).

Qliadin monomer prolamnləri sintez edən qliadinkodlaşdırıcı lokusların (gen klasteri) qliadin elektroforeqramlarının analizi nəticəsində tetraploid buğda növünə aid nümunələrin 88 genotiplərində 38 spektr və elektroforetik spektrlərin kombinasiyaları sayılan 86 pattern aşkar edilmişdir (Cədvəl 2). Tetraploid buğda növlərini əhatə edən 88 nümunənin genotiplərinin ω -qliadin zonasında 12 fərqli spektr müəyyən edilmiş, onlardan 6 sayılı spektr genotiplərin 69,3%-də izlənməklə, yüksək tezlikli, 3 və 1 sayılı spektrlər isə genotiplərin uyğun olaraq,

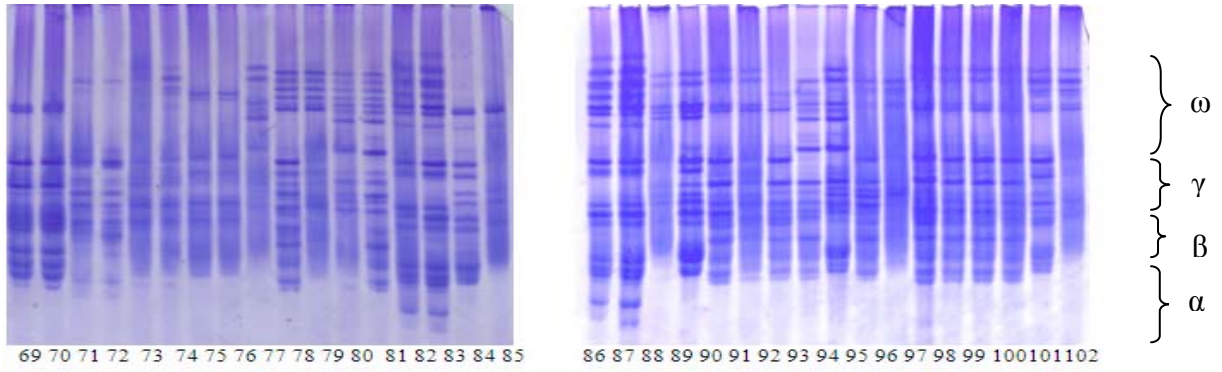
17,0% və 7,95%-də qeydə alınmaqla, aşağı tezlikli spektrlər kimi qiymətləndirilmişdir. Bu zonada 37 müxtəlif pattern aşkar edilmiş, onlardan 26 sayılı pattern 8 genotipdə, 31 sayılı pattern isə 6 genotipdə izlənməklə yüksək rast gəlmə tezliyi ilə seçilmişdir (Şəkil 5). Digər patternlərin rast gəlmə tezlikləri 1,1% ilə 5,7% arasında olmuşdur. Tetraploid buğdaların 9 növünü əhatə edən 88 genotipdən 17-nin ω -qliadin zonasında unikal patternə malik olması, yəni hər birinin yalnız bir genotip üçün spesifik olması ilə digərlərindən kəskin fərqlənməsi, genotiplərinin ω -qliadin zonası üzrə genetik müxtəlifliyinin yüksək olduğunu göstərir (Cədvəl 2).



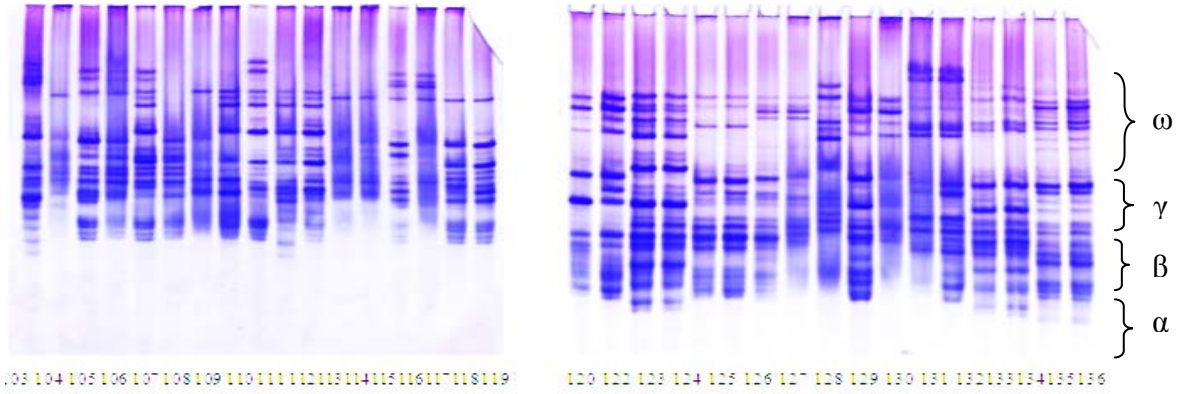
Şəkil 1. Tetraploid buğda növlərinin və onların növmüxtəlifliklərinin dənələrində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforeqramları. 1-2-İG 86034 (*T.turanicum*, Fransa); 3-4-İG 85496 (*T.turanicum*, Misir); 5-6-İG 85709 (*T.turgidum*, Yunan.); 7-8-İG 87527 (*T.turanicum*, Rusiya); 9- st.Langdon (*T.durum*marker, ABŞ); 10-11-İG 46287 (*T.dicoccoides*, Fələstin); 12-13-İG 46479 (*T.dicoccoides*, Suriya); 14-15-İG 46397 (*T.dicoccoides*, Suriya); 16-17-İG 46355 (*T.dicoccoides*, İordan.); 18-19-İG 109085 (*T.dicoccoides*, İraq); 20-21-İG 46508 (*T.dicoccoides*, Livan); 22-23-İG 85552 (*T.durum*, v.*leucomelan*, İran); 24-25-İG 85508 (*T.durum*, v.*leucomelan*, Əfqan.); 26-st. Langdon (*T.durum*, marker); 27-28-İG 85280 (*T.durum*, v. *leucomelan*, Mərakeş); 29-30-İG 84892 (*T.durum*,v. *affine*, Bosn. və Hers.); 31-32-İG 84095 (*T.durum*, v. *affine*, Türkiyə); 33-34-İG 87043 (*T.turanicum*, Türkiyə).



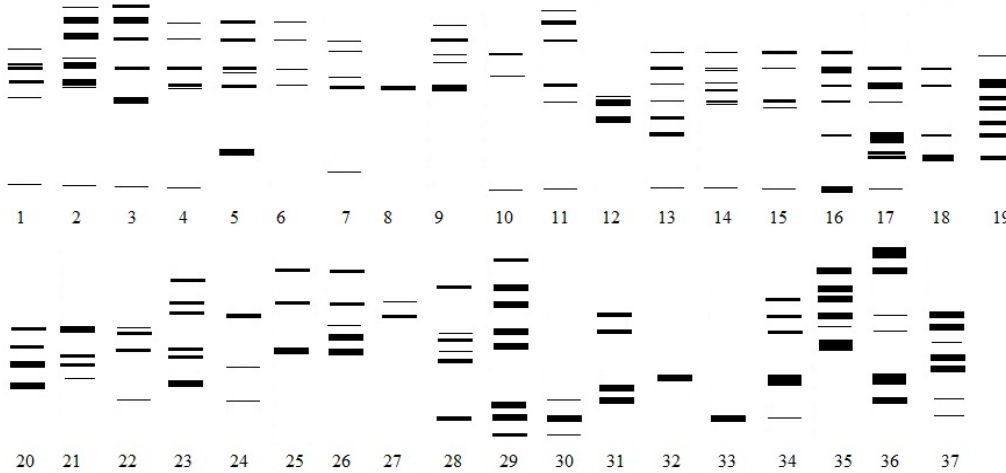
Şəkil 2. Müxtəlif mənşəli tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforeqramları. 35-36-İG 140431 (*T.dicoccoides*, Azər. Nax.); 37-38-İG 139956 (*T.dicoccoides*, Suriya); 39-40-İG 83359 (*T.durum*, v.*melanopus*, Azər.); 41-42-İG 83148 (*T.durum*, v.*alboprovinciale*, Tunis); 43-st.Langdon (*T.durum* Desf.); 44-45-İG 82747 (*T.durum*, v.v.*alboprovinciale*, Türkiyə); 46-47-İG 82626 (*T.turgidum*, Əfqan.); 48-49-İG 83862 (*T.turgidum*, İtalya); 50-51-İG 90232 (*T.carthlicum*, Əfqan.); 52-53-İG 127672 (*T.turgidum*, Türkiyə); 54-55-İG 127664 (*T.turgidum*, İtal.); 56-57-İG 127669 (*T.turgidum*, Portug.); 58-59-İG 127683 (*T.polonicum*, Qazax.); 60-st. Langdon sortu (*T.durum* Desf.); 61-62-İG 97596 (*T.carthlicum*, Efiop); 63-64-İG 97513 (*T.turanicum*, Surya); 65-66-İG 97775 (*T.turgidum*, Pakistan); 67-68-İG 88565 (*T.polonicum*, Rus.).



Şəkil 3. Müxtəlif mənşəli tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforeqramları. 69-70-İG127679 (*T.policum*, Alman.); 71-72-İG80504 (*T.durum*, v.*hordeiforme*, Efiop.); 73-74-İG82023 (*T.durum*, v.*affine*, Əlcəzair); 75-76-İG76324 (*T.durum*, v.*affine*, unknown); 77-st. Langdon sortu (ABŞ); 78-79-İG81960 (*T.durum*, v.*hordeiforme*, Arg.); 80-81-İG82061 (*T.durum*, v.*hordeiforme*, Avstr.); 82-83-İG45699 (*T.dicoccoides*, İordan.) 84-85-İG46191 (*T.dicoccoides*, Türkiyə); 86-87-İG 85847 (*T.turgidum durum*, v.*alboprovinciale*, İspan.); 88-89-İG 95835 (*T.durum*, v.*leucomelan*, Suriya); 90-91-İG93447 (*T.durum*, v.*hordeiforme*, Əlcəzair); 92-93-İG90246 (*T.durum*, v.*hordeiforme*, Əfqan.); 94-st. Langdon sortu; 95-96-İG89115 (*T.durum*, v.*leucomelan*, Avstral.); 97-98-İG96628 (*T.durum*, v.*reichenbachii*, Yunan.); 99-100-İG46245 (*T.dicoccoides*, Türkiyə); 101-102-İG45854 (*T.dicoccoides*, İordan.)



Şəkil 4. Müxtəlif mənşəli tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforeqramları. 103-104-İG131033 (*T.durum*, v.*melanopus*, Çin); 105-106-İG131000 (*T.durum*, v.*leucurum*, Banglad.); 107-108-İG130931 (*T.durum*, v.*leucomelan*, Erm); 109-110-İG130877 (*T.durum*, v.*leucomelan*, Özbək.); 111-st. Langdon sortu; 112-113-İG85862 (*T. durum*, v.*reichenbachii*, Rusiya); 114-115-İG 87350 (*T.durum*, v.*affine*, Boliviya); 116-117-İG85921 (*T.durum*, v.*hordiforme*, Bolqar.); 118-119-İG87195 (*T.durum*, v.*apulicum*, Bolqar.); 120-121-İG45545 (*T.dicoccum*, Efiop.); 122-123-İG 82627 (*T.turgidum*, Əfqan.); 124-125-İG132862 (*T. timopheevii*, Gürcü.); 126-127-İG139099 (*T.carthlicum*, Gürcü.); 128-st. Langdon sortu; 129-130-İG139094 (*T.karamyschevi*, Gürcü.); 131-132-İG139091 (*T.turgidum*, Gürcü.); 133-134-İG140345 (*T.turanicum*, Tacik.); 135-136-İG141534 (*T.dicoccum*, Erm.).



Şəkil 5. Qliadin ehtiyat zülallarının ω-zonasında aşkar edilmiş spektrlərin genotiplərdə rast gəlinən tezliyi.

Cədvəl 2. Tetraploid buğda genotiplərində aşkar edilmiş patternlər

Nö	ω	γ	β	α	patternlər	Nö	ω	γ	β	α	patternlər
1	1	1	1	1	1	45	17	22	11	25	44
2	2	2	2	2	2	46	28	12	28	25	45
3	3	1	3	3	3	47	28	26	28	16	46
4	4	3	4	4	4	48	29	22	6	26	47
5	5	4	5	5	5	49	30	20	27	27	48
6	6	5	6	6	6	50	30	15	29	25	49
7	7	6	7	7	7	51	29	27	30	28	50
8	8	6	8	8	8	52	18	17	23	25	51
9	8	5	8	8	9	53	18	25	31	18	52
10	8	7	9	9	10	54	31	28	11	29	53
11	9	2	9	9	11	55	31	29	1	9	54
12	10	7	9	9	12	56	30	28	7	2	55
13	11	1	10	10	13	57	23	30	2	2	56
14	7	8	11	8	14	58	31	28	7	16	57
15	7	2	11	11	15	59	31	17	32	25	58
16	12	2	12	6	16	60	31	31	27	30	59
17	7	2	13	6	17	61	31	31	33	2	60
18	13	1	10	2	18	62	26	27	10	5	61
19	14	9	14	1	19	63	26	15	23	25	62
20	15	10	14	1	20	64	20	28	34	31	63
21	16	11	15	12	21	65	32	15	29	25	64
22	17	12	16	12	22	66	22	32	18	5	65
23	18	13	17	13	23	67	22	32	31	5	66
24	19	13	18	13	24	68	18	33	9	5	67
25	20	14	19	1	25	69	33	32	9	5	68
26	21	15	20	8	26	70	32	29	30	5	69
27	19	16	21	14	27	71	34	24	30	5	70
28	20	17	22	15	28	72	34	34	31	13	71
29	6	15	23	13	29	73	34	35	31	11	72
30	22	15	24	16	30	74	32	15	29	25	64
31	22	16	17	12	31	75	25	36	34	11	73
32	22	16	17	12	31	76	25	15	23	25	74
33	23	18	17	17	32	77	32	25	35	32	75
34	23	19	17	18	33	78	26	29	1	5	76
35	12	20	14	18	34	79	26	28	1	1	77
36	24	21	25	19	35	80	35	37	18	33	78
37	23	22	26	11	36	81	26	27	36	5	79
38	25	22	26	7	37	82	20	29	36	5	80
39	26	22	25	7	38	83	26	29	27	20	81
40	12	16	11	20	39	84	26	15	27	34	82
41	27	23	27	21	40	85	36	15	30	25	83
42	20	5	27	22	41	86	36	15	27	16	84
43	27	24	17	23	42	87	6	29	31	35	85
44	17	25	27	24	43	88	37	27	10	36	86

Qliadin ehtiyat zülallarının ω-zonasında müy-yən edilmiş patternlərin rastgəlmə tezlikləri əsasın-da hesablanmış Nei genetik müxtəliflik indeksinin qiyməti 0.959-a bərabər olması, tədqiq olunmuş nü-munələrin genetik müxtəlifliyinin yüksək olmasını bir daha təsdiq edir.

Qliadin ehtiyat zülallarının elektroforetik kom-ponentlərinin γ-zonasında 7 spektr və 37 fərqli pat-tern aşkar edilmişdir (Şəkil 6). Onlardan 15 nömrəli pattern 88 genotipin 11-də izlənməklə yüksək rastgəlmə tezliyinə malik olmuş, digər patternlərin rastgəlmə tezlikləri isə 1,1% və 6,8% arasında də-yişmişdir. γ-zonasında təyin edilmiş 5 nömrəli spektr genotiplərin 51%-də izlənilmiş, bunun əksi-nə olaraq, 4 və 1 nömrəli spektrlər, uyğun olaraq, 24 və 16 genotipdə qeydə alınmaqla, aşağı tezlikli spektrlər kimi müəyyən edilmişlər (Şəkil 7). γ-zonası üçün hesablanmış Nei genetik müxtəliflik

indeksinin qiyməti 0.953-ə bərabər olmuşdur.

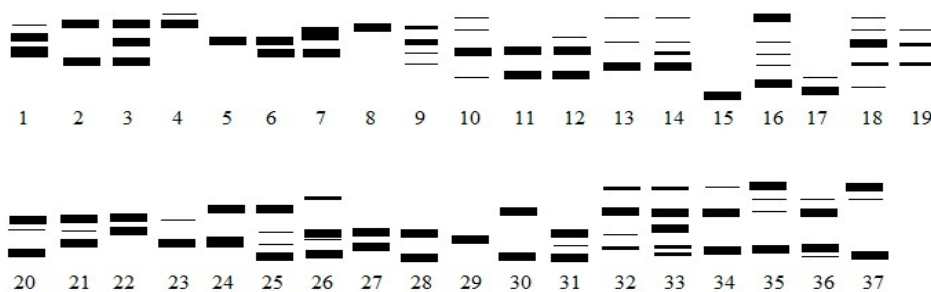
Tədqiq olunan tetraploid buğda genotiplərinin β-qliadin zonasında 8 spektr və 36 pattern aşkar edilmişdir. Şəkil 8-də əks olunmuş idioqramda 88 tetraploid buğda növünün genotipinin qliadin kom-ponentlərinin β-zonasında müşahidə edilmiş pat-ternlər təsvir olunmuşdur. Onlar arasında 27 nömrə-li pattern 8 genotipdə, 17 nömrəli pattern isə 6 genotipdə izlənməklə, yüksək rastgəlmə tezlikləri ilə (uyğun olaraq, 9,0% və 6,8%) diqqəti cəlb et-mişdir. 3, 4, 5, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 32, 33 və 35 nömrəli patternlərin hər biri yalnız 1 geno-tipdə qeydə alınmaqla unikalılığı ilə seçilərək, geno-tilərin identifikasiyasında özəl rola malik pattern-lər kimi qiymətləndirilmişlər. Qliadin ehtiyat zülal-larının β-zonasında aşkar edilmiş spektrlər sırasında 6, 7 və 4 nömrəli spektrlər, uyğun olaraq, genotip-lərin 69,3%, 70,4% və 75,0%-də izlənməklə, bu zo-

nanın yüksək tezlikli spektrləri kimi müəyyənləşdirilmişlər. β -zonasında ən aşağı tezlik (40,9%) 1 nömrəli spektrə məxsus olmuşdur (Şəkil 10). Tədqiq edilən tetraploid və o cümlədən, bərk buğda nümunələrində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforetik komponentlərinin paterinlərinin β -zonası üçün hesablanmış Nei genetik müxtəliflik indeksi 0.958 qiymətinə malik olmuşdur.

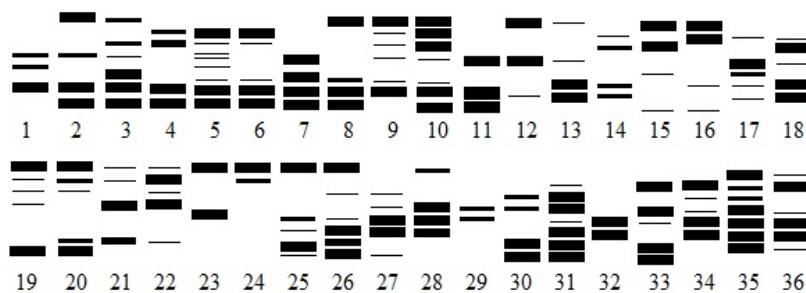
Qliadin ehtiyat zülallarının zonaları arasında nisbətən zəif genetik müxtəliflik ($H=0,946$) α -zonasında müəyyən edilmişdir. Belə ki, bu zonada 11 fərqli spektr aşkar olunmuş, onların 88 genotip üzrə 36 kombinasiyası (pattern) fərqlənmişdir. 88 tetraploid buğda genotipinin α -zonasında aşkar olunmuş patternlərin idioqramı təsvir edilmişdir (Şəkil 8). Onlar arasında 25 və 5 saylı patternlər, uyğun olaraq, 10 və 11 genotipdə müşahidə olunmaqla yüksək rastgəlmə tezliyinə (uyğun olaraq,

11,3% və 12,5%) malik olmuş, digər patternlərin tezlikləri 1,1% ilə 5,7% arasında dəyişmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq edilən genotiplərin 61%-dən çoxu α -zonasında unikal patternə malik olmuşlar. α -zonasında aşkar olunmuş 11 spektr arasında 5, 4 və 1 nömrəli spektrlər, uyğun olaraq, genotiplərin 75%, 64,8% və 53,4%-də izlənilməklə, yüksək rastgəlmə tezliyi, 10 və 11 nömrəli spektrlər isə uyğun olaraq, 1 və 3 nümunədə qeydə alınmaqla, aşağı rastgəlmə tezliyi ilə səciyyələnmişlər (Şəkil 8).

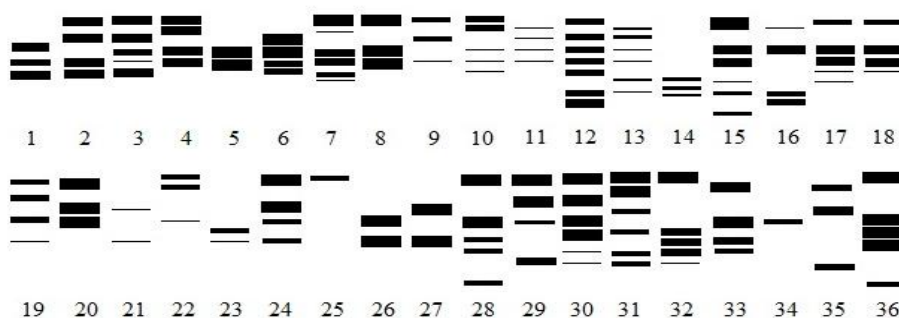
Tetraploid buğdaların 9 növünü əhatə edən 88 nümunənin dənənlərində qliadin ehtiyat zülallarının elektroforetik analizindən alınmış elektroforeqramların ω -, γ -, β - və α -zonalarda spektrlərin yaratdığı patternlərin Nei genetik müxtəliflik indeksi fərqli olmuşdur. Belə ki, ω -zonada 37 müxtəlif pattern aşkar edilmiş və onların genotiplərdə rastgəlmə tezliyinə görə genetik müxtəliflik indeksi 0,959 olmuşdur. Bu geno-



Şəkil 6. Qliadinlərin γ -zonasında müşahidə edilmiş patternlərin idioqramı



Şəkil 7. Qliadinlərin β -zonasında müşahidə edilmiş patternlərin idioqramı



Şəkil 8. Qliadinlərin α -zonasında müşahidə edilmiş patternlərin idioqramı

tiplərin γ -zonasında elektroforetik spektrlər və onların əmələ gətirdikləri paterinlər, ω -zonaya nisbətən aşağı olmuş və genetik müxtəliflik indeksi 0.953 müəyyən edilmişdir. Bu genotiplərdə elektroforetik spektrlərinin paterinlərinin β -zonada rastgəlmə tezliyi hesablanmış və Nei genetik müxtəliflik indeksi 0.958 olmuşdur. Qliadin ehtiyat zülallarının elektroforetik komponentlərinin elektroforeqramlarının zonaları arasında patternlərin nisbətən zəif genetik müxtəlifliyi ($H=0,946$) α -zonasında müəyyən edilmişdir. Aparılan tədqiqata əsasən, belə nəticəyə gəlmək olar ki, bu nümunələrin genotipləri arasında universal və effektiv qliadin zülal markerlərinə görə yüksək genetik polimorfizmin olması, ehtiyat zülallarının təbiətindən və nümunələrin mənşəcə müxtəlif olmasından irəli gəlir.

ƏDƏBİYYAT

- Sadıqov H.B.** (2014) Azərbaycan bərk buğdalарının xalq və seleksiya sortlarının dənələrində qliadin- və qlütenin kodlaşdıran lokusların identifikasiyası. *AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri)*, **69(№ 1)**: 71-84.
- Вакар А.Б.** (1961) Клейковина пшеницы. М.: 252 с.
- Конарев В.Г.** (1983) Белки растений как генетические маркеры. М: Колос, 320 с.
- Кудрявцев А.М.** (2006) Внутрисортная гетерогенность твердой пшеницы – важный компонент биоразнообразия вида. *Генетика*, **42(№ 10)**: 1208-1211.
- Павлов А.Н.** (1967) Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. М.: Колос, 369 с.
- Попереля Ф.А.** (1989) Полиморфизм глиаина и его связь качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов мягкой пшеницы. М.: Агропромиздат, с. 138-149.
- Одинцова Т.И.** (2010) Структурно-функциональные особенности запасных и защитных белков растений и их использование в генетических исследованиях. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 53 с.
- Созинов А.А.** (1985) Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Наука, 272 с.
- Садыгов Г.Б.** (2013) Генетический анализ по глиадин- и глютеинин-кодирующим локусам гибридов твердой пшеницы. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, **№3 (232)**: 113-120.
- Bushuk W., Zillman R.** (1978) Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. 1. Apparatus, method and nomenclature. *Can. J. Plant Sci.*, **58**: 505-515.
- Du Cross D.L., Joppa L.R., Wrigley C.W.** (1983) Two-dimensional analysis of gliadin proteins associated with quality in durum wheat. Chromosomal location of genes for their synthesis. *Theor. and Appl. Genet.*, **66**: 297-302.
- Shepherd K.W.** (1968) Chromosomal control of endosperm proteins in wheat and rye. Proc. 3rd International *Wheat Genet. Sympos.* Canberra: *Austral. Acad. Sci.*, p. 86-96.
- Shewry P.R., Napier J.A., Tatham A.S.** (1995) Seed storage proteins: structures and biosynthesis. *The Plant Cell*, **7**: 945-956.
- Tanaka H., Tomita M., Tsujimoto H., Yasumuro Y.** (2003) Limited but specific variations of seed storage proteins in Japanese common wheat (*T. aestivum* L). *Euphytica*, **132**: 167-174.
- Teng X.Y., Tao L.X., Sun L.X.** (1988) Identification of wheat proteins by electrophoresis. *Acta Agronomica Sinica*, **14**: 322-328.

**Изучение Генетического Разнообразия Интродуцированных Из ICARDA Образцов
Тетраплоидной Пшеницы Мономерными Проламинами**

Г.Б.Садыгов

Институт генетических ресурсов НАНА

На основе маркеров белка глиадина исследовали генетическое разнообразие 64 (с биотипами 88) образцов различного происхождения, охватывающих 9 видов тетраплоидной пшеницы, завезенных по линии ICARDA. Частота встречаемости паттернов электрофореграммы электрофоретических (ЭФ) компонентов глиадиновых запасных белков в зонах ω , γ , β и α была различной. Индекс генетического разнообразия (Nei) паттернов глиадина различающихся по происхождению образцов составлял: в зоне ω – 0,959, γ – 0,953, β – 0,958 и в зоне α – 0,946. Для исследованных генотипов выявлен высокий генетический полиморфизм в отношении паттернов ЭФ компонентов глиадиновых запасных белков.

Ключевые слова: *Тетраплоидная пшеница, генетическое разнообразие, белковые маркеры, глиадин, локус, аллель, электрофоретические компоненты, паттерн*

**Study of Genetic Diversity of Accessions of Tetraploid Wheat Species Got From ICARDA by
Monomer Prolamins**

H.B.Sadigov

Institute of Genetic Resources, ANAS

Genetic diversity of 64 accessions (with biotypes 88) of diverse origin belonged to 9 species of tetraploid wheat got from ICARDA was studied with gliadin protein markers. Frequency of occurrence of electrophoretic patterns of gliadin stock protein components differed in ω -, γ -, β - and α -zones. Nei genetic diversity indices of gliadin patterns distributed in 4 zones were 0.959 in ω , 0.953 in γ , 0.958 in β and 0.946 in α -zone. High genetic polymorphism for electrophoretic patterns of gliadin stock protein components was determined among these genotypes.

Key words: *Tetraploid wheat, genetic diversity, protein marker, gliadin, locus, allele, electrophoretic components, pattern*