

M. JOŠT

6. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GENETIKE PŠENICE

Sesti međunarodni simpozij genetike pšenice održan je od 28. studenog do 3. prosinca 1983. godine u Kyotu, nekadašnjoj prijestolnici Japana, a danas gradu koji se otvara svijetu i kao grad znanosti. Ovom prilikom neće biti na odmet spomenuti da su Kyoto i Zagreb gradovi pobratimi.

Simpoziju je prisustvovalo 216 učesnika iz 34 zemlje svijeta. Pored Japana (77), najviše znanstvenika došlo je iz SAD (27), Australije (14), Kanade (10), Engleske (10), Izraela (10), Italije (9) itd. Jugoslaviju su predstavljali prof. dr Slavko Borojević i autor članka. U 16 sekcija prijavljeno je, i uz manje izmjene održano, 148 referata i izloženo 34 postera. Organizacija Simpozija je bila odlična, gotovo bez vremenskog odstupanja od unaprijed utvrđenog programa.

Prigodom otvaranja Simpozija specijalna predavanja održali su dr E. R. Sears (USA) i dr H. Kihara (Japan). Oba znanstvenika zadužila su čovječanstvo svojim znanstvenim dostignućima na području genetike i citogenetike pšenice. Dr Sears je govorio o metodi prenošenja intersticijalnog (središnjeg) segmenta kromosoma srodnih vrsta u genom pšenice i poteškocama koje se pri tome javljaju. Opisanom metodom uspio je prenijeti središnji segment kromosoma iz vrste **Agropyron** (nosilac gena Lr 24 za otpornost prema lisnoj rđi) i njime zamijeniti homologni dio kromosoma 3D kod pšenice.

Dr Kihara je govorio o značenju japanskih dostignuća na području genetike pšenice i njihovom utjecaju na znanost u svijetu. Ovo se odnosi prvenstveno na dwarf gene (geni za polupatuljasti habitus) iz japanske sorte norin 10, koji se danas nalaze u većini polupatuljastih modernih, visokoprinosnih pšenica širom svijeta. Doprinos japanske znanosti značajan je i na području sinteze umjetnih poliploidnih vrsta, nukleo-citoplazmatskih hibrida i aloplazmatskih linija.

U daljnjem tekstu dat ću kratiki osvrt na značajnije referate po pojedinih sekcijama:

Sekcija 1 — Evolucija i nastanak vrsta

Metode analize sličnosti genoma kod pšenice i njenih srodnika diskutirane su u referatu G. Kimbera (USA), te je iznesen prijedlog promjene simbola za neke genome. Porijeklo A, B, G i D genoma istražuje se danas različitim metodama. P. D. Chen i S. B. Gill (USA) iznijeli su rezultate dobivene »N-banding« tehnikom (bojenje heterokromatina). Prema njima B i G genom kao i kromosom 4A tetraploidnih pšenica vuku porijeklo od

Dr Marijan Jošt, znanstveni savjetnik
Poljoprivredni institut Križevci

Aegilops speltoides i **Aegilops longissima** vrsta. Na osnovu analiza lokacije gena za α -amilaza izozime N. Nishikawa (Japan) navodi da AABB tetraploidne pšenice vuku porijeklo, pored spomenutih srodnika, još i iz **Triticum boeoticum urartu**, dok genom D heksaploidnih pšenica potiče od **Ae. squarrosa** vrste. Identične rezultate dobili su D. D. Ladinandra i D. D. Kasarda (Indija) koristeći tehniku elektroforoliske analize prolamina. Metodom izoelektričnog fokusiranja izozima esterase Y. Nakoi (Japan) je utvrdio kod **Ae. squarrosa-e** postojanje 3 izozimska fenotipa (polimorfizam za esterazu), te da **Triticum aestivum** prema izozimskom fenotipu pripada istoj skupini sa **Ae. crassa** (4x i 6x), **Ae. vavilovii** i **Ae. juvenalis**.

Sekcija 2 — Inducirana i prirodna varijabilnost

U posljednjih nekoliko desetaka godina inducirane mutacije su korištene za povećanje genetske varijabilnosti i poboljšanje agronomskih osobina pšenice. Mutanti, nosioci nekog poželjnog svojstva su korišteni kao roditelji u križanjima ili, ako su im i druge osobine bile povoljne, umnažani su kao sorte. Danas postojeći mutanti imaju jednu ili više od niza poželjnih osobina pšenice: visoka rodnost, adaptabilnost, otpornost prema rdama i pepelnici, otpornost prema polijeganju, osipanju i klijanju u klasu. Oni su ranozreli, otporni na sušu i zimu, brže nalijevaju zrno i bolje koriste hraniva, a odlikuju se i boljim pekarskim kvalitetom. O svemu tome i o perspektivi korištenja induciranih mutacija u oplemenjivanju pšenice izvjestio je K. A. Siddiqui (Pakistan).

J. G. Bhowal i sur. (Indija) izvjestili su o korištenju induciranih mutacija polupatuljastog habitusa prvenstveno **Tr. compactum** i **Tr. sphaerococcum**, kao alternativnih izvora nacin 10 gena za nisku stabljiku pšenice.

Veliki potencijal leži u izazivanju umjetnih mutacija u visokorodnim sortama osjetljivim na rđe i pepelnicu. Ovom metodom moguće je dobiti široku rezistentnost prema rasama rđe virulentnim u različitim dijelovima svijeta. O tome je referirao R. N. Sawhney (Indija).

Sekcija 3 — Genetski resursi kod pšenice

Poznate su dvije vrste diploidne pšenice: **Tr. monococcum L. var. boeoticum** Boiss i **Tr. urartu** Tum. Neolitski čovjek domesticirao je samo prvospomenutu vrstu, koju danas susrećemo pod nazivom jednozrnac, a odlikuje se čvrstim, nelomljivim klasnim vretenom. J. G. Waines (USA) upozorio je na **Tr. monococcum** var **sinskajae** A. Filat & Kurk, koja se u odnosu na spomenuti jednozrnac odlikuje još i mekim glumama, što omogućava mehaničku vršidbu. Ova osobina kontrolirana je jednim recesivnim alelom. Za oplemenjivače ovakva diploidna vrsta može imati neke prednosti u odnosu na poliploidne vrste jer je reduciran efekat doze multiplih lokusa za osobine fizioloških svojstava i otpornosti prema bolestima. Prema Weinesu, sada je moguće kreirati potpuno domesticiranu diploidnu pšenicu pogodnu za mehaničku žetvu i vršidbu.

Shao Qiquan (Kina) opisao je poludivlju vrstu heksaploidne pšenice, koja se javlja kao korov u pšenici i ječmu uzgajanim na Chin-zang platou u Kini. Predložio je da se ova poludivlja pšenica izdvoji kao novi subspecies *Triticum aestivum tibetanum* sa formama *exaristatum*, *curvearistatum* i *breviaristatum*.

O ispitivanju durum pšenice iz regiona jugozapadne Azije na otpornost prema suši i povećanom salinitetu tla referirali su S. Jana i J. P. Srivastava (Sirija), a o varijabilnosti svojstva tolerantnost prema aluminiju kod heksaploidne pšenice referirali su H. Takagi i sur. (Japan). Toksicitet aluminija javlja se kao najznačajniji stresni faktor kod uzgoja pšenice na izrazito kiselim tlima, pa je razumljiv i interes za boljim poznavanjem genetske varijabilnosti ovog svojstva.

Sekcija 4 — Oplemenjivanje i metode oplemenjivanja uključujući i hibridnu pšenicu

Oplemenjivanje pšenice u Japanu započeto je 1904. godine. Prva norin sorta—norin 1—priznata je 1929. da bi u narednih 50 godina bilo kreirano ukupno 127 norin sorata. Norin 61 je sorta koja je bila najviše raširena u relativno dugom vremenskom periodu, dok je sorta norin 10 daleko poznatija u svijetu zbog gena za patuljasti habitus. Oplemenjivanje pšenice u Japanu dalo je značajne rezultate u poboljšanju otpornosti prema bolestima i polijeganju, ranozrelosti (japanske sorte pšenice spadaju među najranije u svijetu), kvaliteti i prinosu. Proizvodnja pšenice u Japanu jako varira. Maksimalna produkcija bila je postignuta 1961. godine sa 1780 tisuća tona, što je zadovoljilo 43% potreba Japana. 1982. godine proizvodnjom pšenice na 230 tisuća hektara Japan je pokrio samo 10% svojih potreba. Prosječni prinosi kreću se oko 3 t/ha. Pšenica spada u klasu mekih pšenica, a namijenjena je prvenstveno za tjesteninu, dok se pšenica za kruh uglavnom uvozi iz USA i Kanade. Relativno niski prinosi posljedica su vrlo kratke vegetacijske sezone pšenice jer se pšenica uzgaja u plodoredu, koji omogućava dvije žetve godišnje (izuzev najsjevernijeg otoka Hokkaida), te vrlo nepovoljnih klimatskih prilika u vrijeme žetve (kiša i visoke temperature). Danas je najraširenija sorta u Japanu horoshiri-komugi, a uzgaja se na 83% površina na Hokkaidu. Ovo su nešto detaljnije preneseni podaci referata S. Nonaka (Japan) jer pretpostavljam da će čitaocu biti interesantni.

Često se postavlja pitanje koliki je godišnji napredak u povećanju proizvodnje pšenice, odnosno koliko tog napretka treba pripisati novim, boljim sortama a koliko novoj agrotehnici. Na osnovu serije pokusa postavljenih u posljednjih 25 godina na brojnim lokacijama SAD-a (period širenja polupatuljastih sorata baziranih na dwarf genima iz norin 10), J. W. Schmidt i W. D. Worrall (USA) su izračunali da genetska dobit selekcije iznosi 0,75% godišnje, odnosno da se 50% ukupnog napretka u prinosima pšenice bazira na genetskom poboljšanju sorata.

Pored već dobro poznatih dwarf gena iz norin 10 postoje i tzv. »grass-dwarfing« gen (D₁ D₂ D₃ i D₄), koji se javljaju u mnogim polupatuljastim

i visokim sortama pšenice, a svoj efekat u redukciji visine biljke ispoljavaju samo kod određenih temperatura. Polupatuljaste »grass-dwarf« linije dobrog busanja i rodnosti, smatra K. Moore (Engleska) mogle bi biti selekcionirane za regije s kontinentalnom i suptropskom klimom i izrazito visokim ljetnim temperaturama.

Poznato je da su neke osobine pšenice međusobno korelirane, često negativno, pa se u tom slučaju pozitivnom selekcijom na neko poželjno svojstvo, istovremeno vrši negativna selekcija na neko drugo svojstvo. Razbijanje tih korelacija, odnosno uspostavljanje novih rekombinacija, referirano je za svojstva: bijela boja sjemena i dormancija kod proljetne pšenice (R. M. De Pauw i T. N. Mc Caig, Kanada), te raznozrelost i povećanje broja klasića u klasu (E. Millet, Izrael).

S. Rajaram i sur. (Meksiko) skrenuli su pažnju na gospodarsku vrijednost (prinos i adaptabilnost) sorata proljetne pšenice kod kojih je 1B kromosom zamijenjen 1R kromosomom raži (1B/1R translokacija). Ova translokacija je unesena u proljetne sorte uglavnom križanjem ruskim sortama aurora i kavkaz, te američkom sortom weigue red mace. Selekcije iz tih križanja priznate su kao sorte u mnogim zemljama svijeta: Pakistan, Paragvaj, Čile, Zimbabve, Meksiko. (I u Jugoslaviji je posljednjih godina lansirano nekoliko visokorodnih sorata s istom 1B/1R translokacijom — op. pisca članka).

J. W. Johnson i K. Ohki (USA) referirali su o utjecaju pH tla na morfološke osobine sorata pšenice. Prema njima različite sorte reagiraju različito. Efekat pH se ispoljava prvenstveno na specifičnu težinu lista, i konačno na prinos.

Sorte osjetljivije na giberelinsku kiselinu imale su teže zmo i veće prinose izvještavaju M. J. Pinthus i sur. (Izrael). Ovo upućuje na razmišljanje o oplemenjivačkom programu kojem je cilj kreiranje polupatuljastih genotipova osjetljivih na giberelinsku kiselinu.

Pšenica se uzgaja u gustom sklopu. Svaka biljka prisiljena je da se bori za životni prostor i hraniva, kako sa biljkama iste sorte, tako i sa korovskim biljkama. N. Wetanabe i sur (Japan) na osnovu proučavanja sposobnosti kompeticije međusoratih substitucionih linija utvrdili su signifikatni utjecaj kromosoma 7D na sposobnost biljke da se bori za životni prostor i hranu.

C. J. Driscoll (Australija) referirao je o korištenju »Cornerstone« — tipa karioplazmatskog steriliteta u proizvodnji hibrida pšenice. Kompenzacija »Cornerstone« — tipa steriliteta vršeno je modificiranim kromosomom raži 2 R i modificiranim kromosomom ječma 4H.

Jedan od osnovnih problema hibridne pšenice na osnovi »tipovevi« — tipa steriliteta polena je stabilnost obnavljanja fertiliteta polena u raznim klimatskim uvjetima. M. Jošt i K. Lucken (Jugoslavija i USA) su, na osnovu višegodišnjeg ispitivanja hibrida proljetne i ozime pšenice na većem broju klimatski oprečnih lokacija u Evropi i Americi, izračunali parametre stabilnosti za ovo svojstvo. Karakteristično je da hibridi pšenice s boljim obnavljanjem fertiliteta polena posjeduju i veću stabilnost svojstva u različitim klimatima.

Korištenje nukleus x citoplazma (NC) hibrida u svrhu povećanja citoplazmatske genetske varijabilnosti pšenice postaje sve interesantnije. C. F. Konzak i R. E. Allan (USA) uočili su da posebice citoplazma *Ae squrosa* vrste s nekim genotipovima heksaploidne pšenice daje perspektivne hibride. Oni upozoravaju da će u slučaju širenja NC-hibrida biti potrebno uvesti novi način obilježavanja pedigrea, kako bi iz njega i porijeklo citoplazme bilo vidljivo.

Sve se češće čuju zagovornici metode istovremene selekcije u optimalnom i stres okolišu. Ovom metodom moguće je izdvojiti visokorodne genotipove široke adaptabilnosti, što dokazuju i eksperimentalni rezultati J. P. Srivastava-e i sur. (Sirijska i Kanada).

I. R. Cubitt i sur. (Engleska) opisali su postupak uzgoja 3 generacije pšenice u jednoj godini (vegetacija 126 dana uključujući 56 dana jarovizacije). Za oplemenjivače pogodnost ove metode je u skraćivanju procesa oplemenjivanja sorte za 2 godine.

W. Betzwar i C. F. Konzak (Austrija i USA) prikazali su novu preciznu sijalicu za pokuse s mogućnošću polaganja sjemena na točno određeni razmak u redu, kao i kombajn za male pokusne parcele, koji posluživan samo jednim čovjekom (vozačem) obavlja žetvu, vršidbu, vaganje i elektronsko bilježenje podataka. Oba stroja danas predstavljaju vrhunac mehanizacije oplemenjivačkog procesa.

Sekcija 5 — Strani genetski materijal

Već je odavno poznato da kromatin raži može poslužiti kao izvor germplazme za poboljšanje osobina pšenice. Međutim nepoželjne genetske interakcije, koje se javljaju u pšenica x raž aloploidima, i nizak stupanj sparivanja homolognih kromosoma onemogućavaju iskorištavanje potencijala ovih hibrida. Stvaranje pšenica-raž supstitucionih i translokacionih linija je najefikasnija procedura za prenošenje gena iz raži u pšenicu referirali su F. D. Zeller i S. L. K. Hsam (Z. Njemačka).

R. K. Rai (Holandija) prikazao je rezultate korištenja 1B/1R i 6B/6R translokacionih ili substitucionih linija u kreiranju visokorodnih pšenica otpornih na pepelnicu i žutu rđu, dok je C. E. May (Australija) govorio o rezultatima korištenja križanja pšenica x tritikale (x *Triticosecale* Wittmack) s ciljem unošenja u pšenicu otpornosti prema **Septoria tritici**.

A. Grama i sur. (Izrael) iznijeli su rezultate prenošenja gena za otpornost prema žutoj rđi i gena za visok sadržaj proteina iz divljeg dvozrnca (**Tr. dicoccoides** Koern.) u pšenicu.

G. Doussinault i sur. (Francuska) referirali su o prenošenju gena za otpornost prema **Cercospora herpotrichoides** iz *Ae. ventricosa* vrste u pšenicu.

Premda se kod srodnika pšenice traže uglavnom geni za otpornost prema biljnim bolestima, u referatu A. Mujeeb-Kazi-a i sur. (Meksiko) čuli smo o pokušaju unošenja gena za povećanu fertilnost klasa pšenice

iz vrste **Elymus giganteus**. Selekcionirane supstitucione linije za A i B kromosom J genoma **E. giganteus** odlikovale su se visokom fertiľnošću klasa i otpornošću prema **Fusarium graminearum**.

A. K. M. R. Islam (Australija) referirao je o upotrebi adicijonih linija kromosoma ječma 1, 2, 3, 4, 6, i 7 sa svrhom unošenja gena ječma u pšenicu. Adiciona linija monosomik za kromosom 5 je autosterilna.

Sekcija 6 — Genetske analize

Geni za polupatuljastu stabljiku iz Japanske sorte norin 10 odigrali su značajnu ulogu u povećanju rodnosti pšenice širom svijeta. Stoga je i razumljiv veliki interes znanstvenika za proučavanje utjecaja norin dwarf gena na ostale agronomske osobine, prvenstveno prinos zrna. Utjecaj dozacije dwarf gena Rht₁ i Rht₂ na rodnost izogenih populacija pšenice je značajan. Doza od jednog gena je u većini slučajeva dala najbolje rezultate, iako je bilo lokacija gdje su populacije s dvije doze ili nijednom dozom bile rodnije. R. E. Allan (USA) koji je podnio referat na ovu temu, naglašava da kod oplemenjivanja pšenice za različite agroklimatske proizvodne uvjete treba voditi računa o optimalnoj dozaciji dwarf gena za specifični okoliš. O pleiotropnom efektu dwarf gena, uključujući i Rht₃ gen iz sorte Tom Thumb, na agronomska svojstva pšenice referirali su M. D. Gale (engleska) i G. S. Sarma i sur (Indija).

Arhitektura biljke, odnosno preciznije, položaj lista na stabljici važna je osobina biljke o kojoj ovisi s jedne strane prodiranje svjetla u dubinu usjeva, zagrijavanje lista kao i intenzitet svih metaboličkih funkcija s tim u vezi. S druge strane o položaju lista ovisi mogućnost uzgoja pšenice u gušćem sklopu a s time vezi i mogućnost postizanja većih prinosa. O nasljeđivanju položaja lista pšenice referirali su S. Borojević i M. Kraljević-Balalić (Jugoslavija).

L. R. Joppa i sur. (USA) referirali su o rezultatima kromosomske analize lokacije gena odgovornih za kvalitet kod durum pšenice. Geni kromosoma 1B imali su najznačajniji efekat na čvrstoću glutena, volumen kruha te mlinarski i pekarski kvalitet.

Sekcija 7 — Genetika citoplazme

Prebacivanjem karioplazme heksaploidne pšenice **T. aestivum** ssp **vulgare** u citoplazmu srodnih vrsta dobiju se aloplazmatske linije. Uspoređujući svojstva ovako dobivenih aloplazmatskih linija omogućilo je definiranje utjecaja svake od citoplazme srodnih vrsta na osobine pšenice. I. Panayatov (Bugarska) je iznio rezultate istraživanja aloplazmatskih linija s karioplazmom sorata penjamo 65 i siete ceros 66 te 131 stranom citoplazmom. Citoplazme 37 srodnih vrsta uvjetovale su sterilitet polena, neke su djelovale depresivno na rast i razvoj pšenice, dok je kod nekih utvrđen čak i citoplazmatski heterozis. O specifičnoj interakciji **Ae. comosa** plaz-

možena s *T. aestivum* kromogenima, koja se ispoljava u heterozisu i djelomičnom obnavljanju fertiliteta, izvijestili su i M. P. Singh sa sur. (Indija). Naročit interes za nukleo-citoplazmatski heterozis javio se kod oplemenjivača pšenice zbog mogućnosti njegovog korištenja za poboljšanje gospodarskih osobina pšenice. Negativne osobine koje se često javljaju kod N—C hibrida, kao što je kasno klasanje, posljedica su produljene potrebe za jarovizacijom i promijenjene fotoperiodske reakcije, o čemu su referirali T. Kinoshita i H. Kihara (Japan).

Biološka vrijednost proteina pšenice ne zadovoljava. Oplemenjivanjem se nastoji povećati udio esencijalnih aminokiselina, posebice lizina, u ukupnim proteinima ove najvažnije krušarice. N. Nakata i sur. (Japan) izvijestili su o značajnom povećanju lizina u proteinima zrna ditelocentrika Chinese Spring pšenice s *Ae. squarrosa* i *Ae. variabilis* citoplazmom.

Jedna od mogućnosti ekonomski opravdane proizvodnje sjemena hibridne pšenice zasniiva se na upotrebi aloplazmatskih linija s citoplazmama *Ae. kotschy* i *Ae. variabilis*. S nekim sortama pšenice ove citoplazme daju kompletno polen sterilne linije, pa se te sorte mogu koristiti kao održivači (B-linije) majčinske polensterilne komponente hibrida (A-linije). Druge pšenice naprotiv daju fertilno potomstvo s istim aloplazmatskim linijama, pa mogu poslužiti kao obnavljivač fertiliteta polena kod hibrida, odnosno očinska komponenta (R-linija). Y. Mukai (Japan) referirao je o rezultatima ispitivanja uloge 1B/1R kromosomske translokacije ili substitucije na opisano diferencirano ponašanje raznih sorata pšenice.

Sekcija 8 — Biokemijska i molekularna genetika

Proučavanje dinamike nakupljanja dušikom tokom razvoja zrna pšenice ukazuje na značajnu varijabilnost kako u intenzitetu, tako i u trajanju nakupljanja. Križanjem pšenica koje posjeduju ova dva divergentna tipa akumulacije dušika, te selekcijom o potomstvima može se izdvojiti genotipove kod kojih se javila transgresija za ovo svojstvo. Što znači, zahvaljujući kombinaciji gena za svaki od navedenih tipova akumulacije, dušika, selekcionarni genotip može biti bolji od oba roditelja, referirali su A. Brunori sa sur. (Italija).

Elektroforetske komponente gliadina nasljeđuju se kao stabilni blokovi genetski vezanih svojstava i tako ostaju nepromijenjene kroz generacije. Kontrolirane su multiplim alelima kromosoma 1A, 1B, 1D, 6A, 6B i 6D. Prema A. A. Sozinov-u i F. A. Poperely-u (SSSR) varijabilnost kvantitativnih svojstava kao što su produktivnost, pekarske osobine, otpornost prema mrazu itd., značajno je povezana s varijabilnošću alela u tom bloku. Na osnovu spomenutih blokova moguće je identificirati sorte pšenice, odrediti njihovo porijeklo, kao i odabrati roditeljske parove za križanja i kasnije selekciju superiornih genotipova.

Y. Ogihara i K. Tsunevaki (Japan) referirali su o različitosti genoma kloroplasta vrsta *Triticum* i *Aegilops*.

Istraživanja G. M. Paulsen-a i E. G. Heyne-a (USA) o reakciji embrija pšeničnog zrna na endogene inhibitore klijanja zrna u klasu (nedostatak dormancije) ukazuju da su ti inhibitori derivati fenola, te da postoje mogućnosti korištenja novih kriterija u cilju selekcije genotipova otpornih prema naklijavanju zrna u klasu. Naklijavanje zrna u klasu poseban je problem u područjima s velikim količinama oborina u vrijeme zriobe i žetve pšenice.

Sekcija 9 — Citogenetika

O utjecaju kemijskih zaštitnih sredstava na diobu stanice pšenice još se uvijek malo znade. Proučavajući utjecaj nekih fungicida i herbicida na diobu somatskih stanica, A. S. Soliman i N. R. Al-Najjar (Egipat) uočili su u anafazi mitoze pojavu kromosomskih aberacija. To su najčešće bile pojave višestrukih mostova, fragmentacija ili lijepljenja kromosoma.

O korištenju »N-banding« metode bojenja kromosoma u svrhu dokazivanja prisustva izmjene homolognih kromosoma srodnih vrsta, izrade kromosomskih mapa, analize pedigrea ili identifikacije sorata, referirali su D. C. Jewell i A. Mujeeb-Kazi (Meksiko). Koristeći poboljšanu Giemsa »N-banding« tehniku, T. R. Endo (Japan) i B. S. Gill (USA) su uspješno identificirali 16 somatskih kromosoma pšenice. Utvrdili su da kromosomi 3A i 5A daju stalnu sliku bojenja bez obzira na sortu, dok kromosomi 1A, 3D, 4D, 5 D i 6 D nemaju karakterističnih obojenih traka.

D. Mettin i G. Kimber (DDR i USA) su metodom analize monosomika locirali gen Hyd2 za desinapsis hibrida na kromosom 3A u heksaploidne pšenice.

T. Kato i H. Yamagata (Japan) analizirali su djelovanje kromosoma 3B na sparivanje homolognih kromosoma u mejozi. Oni zaključuju da genetski faktori tog kromosoma utiču na sinapsis, crossing-over i drugo ponašanje kromosoma u postizigotnim stadijima diobe stanice.

O učestalosti transmisije kromosoma 5A i 5D heksaploidne pšenice u prisustvu homolognog kromosoma raži — 5R, referirali su M. Muramatsu i N. Kawada (Japan).

Ovdje je nabrojeno samo nekoliko od mnoštva referata, jer su ostali, zbog specifične problematike, vjerujem, manje interesantni većini čitalaca.

Sekcija 10 — Otpornost prema bolestima i štetnicima

Proučavanje izvora rezistentnosti prema nekoj bolesti ili štetniku usmjereno je u nekoliko pravaca. Traži se genetska osnova, lokacija gena, vezanost gena, reakcija gena na okoliš, prisustvo gena u sortama i mogućnost njihovog korištenja u oplemenjivanju.

R. A. McIntosh (Australija) locirao je gen Lr 18 za otpornosti prema lisnoj rđi na kromosomu 5 BL. Premda je ovaj gen prvi puta opisan još 1968. potpuno razumijevanje njegove akcije otežava osjetljivost tog gena prema temperaturi. Ovaj gen se nalazi u genotipovima deriviranim iz **T. timopheevi** vrste.

Efikasnost zaštite biljke od bolesti ovisi i o kombinaciji pojedinih gena za rezistentnost, od kojih svaki sam za sebe ne osigurava dovoljnu rezistentnost. A. K. Gupta i R. G. Saini (India) navode kao primjer sortu NP 846, koja je uspjela kroz zadnjih 25 godina zadržati visoki nivo rezistentnosti prema lisnoj rđi zahvaljujući kombinaciji gena Lr 1, Lr 2 i Lr 3.

Poznato je da neke sorte heksaploidnih pšenica, kao i neke linije vrste **Triticum tauschii** na kromosomu 7D nose gen koji guši djelovanje Lr gena. Ovo treba imati na umu ako se želi u formi amfiploida kombinirati otpornost koja vuče porijeklo iz različitih vrsta, naglasio je E. R. Kerber (Kanada).

Uspješan pokušaj prenošenja gena za otpornost prema lisnoj rđi iz raži u pšenicu, korištenjem metode križanja 8x tritikala i pšenice opisali su K. Mukade i K. Hosoda (Japan).

U potrazi za novim izvorima rezistentnosti, oplemenjivači se sve češće okreću divljim srodnicima pšenice. Tako su B. S. Gill i sur. (USA) utvrdili da među divljim tetraploidnim pšenicama, *T. araraticum* ispoljava dobru otpornost prema lisnoj rđi i hesenskoj mušici, a među divljim diploidnim pšenicama, **T. boeoticum** je rezistentna prema lisnoj rđi i lisnoj uši. Ispitujući uzroke raznog porijekla vrste **T. tauschii** J. H. Hatchett i B. S. Gill (USA) utvrdili su je većina homozigotno rezistentnih tipova prema hesenskoj mušici poticala iz Irana i SSR-a.

Sekcija 11 — Kvantitativna genetika

Kod proučavanja kvantitativno nasljeđivanih svojstava pšenice koriste se biometrijske metode, genetički markeri i manipulacija kromosomima. Manipulacija kromosomima dala je najveći doprinos. Ona je omogućila da se prouči efekat kromosoma, a u nekim slučajevima i pojedinog genetskog faktora. Zbog sporosti navedenih metoda nastoje se pronaći nove, brže a ipak efikasne metode. Nekima od njih uspoređuje se serija monosomika, te na osnovu toga identificiraju glavne komponente variranja, dok druge uključuju stvaranje reciprocnih hibrida monosomika. Metoda genetskih markera nije dala veliki doprinos do sada, ali korištenje izoenzima, kao i polimorfizma restrikcionih enzima, izgleda da će u budućnosti biti od presudnog značenja, istakao je C. N. Law (Engleska).

Sekcija 12 — Kultura tkiva i stanica

Osiromašenje genetskih resursa potiče napore za pronalaženje nekonvencionalnih metoda očuvanja rijetkih i vrijednih germplazmi. Čuvanje kulture stanica ili tkiva kod vrlo niskih temperatura od $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ čini se prihvatljivom metodom. Ovom se tehnikom kultura dovodi u stanje inaktivacije metabolizma i rasta. Zadnjih godina se iz smrzavanjem konzerviranih stanica, tkiva, embrija i kulture meristema uspjelo odgojiti biljke pšenice, ječma, riže, kukuruza i drugih. O izgledima stvaranja banke germplazme na bazi dubokog smrzavanja kulture tkiva govorio je Y.P.S. Bajaj (Indija).

Za oplemenjivače je vrlo interesantna i tehnika uzgoja visoko-homozigotnih diploidnih biljaka iz kulture antera. Na žalost kod duhana se pokazalo da biljke dihaploidi dobivene iz kulture antera daju niži prinos u usporedbi s roditeljskim izvornom. P. S. Baenziger i sur. (USA i Izrael) izvijestili su o rezultatima komparativnog ispitivanja 23 dihaploidne linije uzgojene iz antera sorte Kitt i roditeljskog izvora. Dihaploidi su bili u prosjeku za 16 % slabije rodnošći. Variranje prinosa dihaploida od 64 — 100 % ukazuje da ipak nisu baš svi dihaploidi inferiorni. No uzroci variranja za sada su još nepoznati.

Kulturom antera F_1 hibrida tritikale x pšenica, uspješno se mogu stvarati supstitucijske linije pšenice s raženim kromosomom. Wang Xingzhi (Kina) smatra da je ova tehnika pogodnija od konvencionalnih metoda do sada korištenih.

Sekcija 13 — Fiziološka i ekološka genetika

Izrael je gencentar divljeg dvozrnca (*T. dicoccoides*). Tokom vjekovne evolucije divlji dvozrnac u Izraelu razvio je genetsku raznolikost adaptirajući se na postojeće patogene, štetnike i okolišne stresne faktore. Stoga divlji dvozrnac predstavlja vrijedan izvor raznih agronomskih svojstava u oplemenjivanju pšenice, istakao je E. Nevo (Izrael).

O relativno visokoj otpornosti prema suši, kako divljeg dvozrnca tako i selekcija izvedenih iz križanja dvozrnac x vulgare pšenica, izvijestili su A. Blum i sur. (Izrael).

E. Inbal (Izrael) referirao je o novom tipu patuljastog habitusa pšenice nazvanom «stunting», koji dolazi do izražaja u specifičnim termoperiodskim uvjetima. Genetski, ovo je svojstvo kontrolirano recesivnim alelima dvaju komplementarnih gena označenih s »us1« i »us2«, a nalaze se kod unikulm pšenice gigas.

Pšenica može imati jaču ili slabiju voštanu prevlaku na listu i ostalim zelenim dijelovima biljke. Ovo je svojstvo kontrolirano major genima na kromosomima 2B i 2D i nizom minor gena. R. A. Richards (Australija) je, ispitujući izogene linije koje su se međusobno razlikovale samo po jačini voštane prevlake, utvrdio je da su linije s jačom voštanom prevlakom u određenim klimatima davale viši prinos zrna, zahvaljujući prvenstveno produženju trajanja fotosintetske aktivnosti zelenih dijelova biljke.

Sekcija 14 — Kvaliteta pšenice

Kod pšenice samo 9 major lokusa kontrolira sintezu velikog broja proteina endosperma. Geni za subjedinice visoke molekularne težine glutenina locirani su na kromosomima 1AL, 1BL i 1DL, a za subjedinice male molekularne težine glutenina α - i γ - gliadina na kromosomima 1AS, 1BS i 1DS. Geni za α - i β - gliadine nalaze se na kromosomima 6AS, 6BS i 6DS. Povezanost ovih gena s osobinama pekarske kvalitete ispitivana je na recipročnim međusortnim substitucionim linijama, substitucionim linijama i njihovim roditeljima, kao i izogenim linijama, referirali su P. I. Payne i sur. (Engleska).

J. S. Quick i R. Crawford (USA) izvijestili su o ispitivanju pekarskih kvaliteta novoselekcioniranih američkih durum pšenica čvrstoga glutena. Za većinu kvalitetnih pokazatelja durumi čvrstog glutena bili su superior-niji u odnosu na postojeće sorte tvrde-crvene-proljetne pšenice. Autori smatraju da ti durumi imaju posebno značenje za daljnje genetsko poboljšanje pekarskih osobina duruma i tritikala.

G. Zitelli i sur. (Italija) izvijestili su o pokušaju prenošenja visokoproteinskih karakteristika durum sorte trinakria u polupatuljaste vulgare pšenice. Sorta trinakria je izrazito visoka ali dobro prenosi visokoproteinska svojstva u F₁ hibride. Na žalost, samo su visoki genotipovi cijepajućih potomstava naslijedili svojstvo visokog sadržaja proteina zrna. Kod polupatuljastih sorata je za ovo svojstvo postignut samo neznatan progres.

Sekcija 15 — Tritikale

Utjecaj genoma raži, posebno telomernog kromatina raži, na osobine tritikala, pobuđuje veliki interes znanstvenika. E. N. Larter i M. Owen (Kanada) proučavali su ovisnost sinteze proteina o genomu raži, i zaključili da je sinteza gliadina kontrolirana kromosomom 1R, ali je pod utjecajem telomernog heterokromatina kromosoma 7R.

Dok prisustvo ili odsustvo velikih blokova telomernog heterokromatina na kromosomima raži nema efekat na osobine i stabilnost raži, kod tritikala naprotiv, takva pojava može izazvati nestabilnost i utjecati na agronomske osobine. Kod toga heterokromatin različitih kromosoma raži ima različiti efekat na osobine tritikala, istakli su J. P. Gustafson i A. J. Lukaszewski (USA).

P. J. Kaltsikes i sur. (Grčka, USA) su na osnovu istraživanja amfidiploida dobivenih križanjem **T. durum** pšenice i raznih vrsta roda **Secale (cereale, vavilovii, dighoricum, segetale, africanum, kuprijanovii i dalmaticum)** zaključili da je neznatan efekat telomernog heterokromatina na sparivanje kromosoma kod raznih pšenica x raž hibrida.

Jedna od osnovnih mana tritikala je veća ili manja smežuranost zrna. Proučavajući razvoj endosperma nakon oplodnje, J. Varghese i T. Lelley (Z. Njemačka) utvrdili su da nije bilo značajnih razlika u načinu bojenja heterokromatina Giemsa tehnikom između tritikala koje su se inače razlikovale po smežuranosti zrna. Međutim, tritikale sa smežuranim zrnom ispoljile su sporiju diobu stanica i veću frekvenciju kromosomskih aberacija u diobi.

K. D. Krolow (Z. Njemačka) predložio je da se aloplazmatska raž, koja bi se dobila ponovljenim povratnim križanjem 4x — tritikala sa raži, a bila bi bolje adaptirana genomu tritikala, koristi za lakšu proizvodnju primarnih 6x— i 8x— tritikala- poboljšanih osobina.

Sekcija 16 — Genetski pristup s ciljem podizanja platoa rodnosti

Tokom zadnjih 100 godina kod pšenice uzgajane u Australiji desile su se dvije bitne promjene. Obje su bile uvjetovane major genima. Prva promjena se desila krajem 19 stoljeća unošenjem **Ppd** gena (kontrola fotoperioda). Ovime je bilo omogućeno kreiranje ranih tipova, koji su dozrijevali prije pojave ljetnih suša. Druga promjena se javila pedesetih godina unošenjem **Rht** gena (kontrola patuljatosti) koja je izazvala promjenu morfologije i fiziologije biljke i biljne zajednice, što je opet rezultiralo povećanom rodnošću. Na pragu je nova neizbježna promjena, koju će izazvati unošenje **Vrn** gena (kontrola jarovizacije). Ozimi tip rasta zamijenit će jarni tip rasta sadašnjih sorata. U budućnosti će, do sada korištene empirijske metode oplemenjivanja, biti zamijenjene procedurama zasnovanim na razumijevanju akcije major gena i njihovom manipuliranju, istakao je A. T. Pugsley (Australija).

Budući da su patuljaste pšenice inferiorne po prinosu zrna u odnosu na polupatuljaste genotipove, može se zaključiti da je postignut donji nivo visine slame. Stoga bi slijedeći korak bio povećanje žetvenog indeksa ili povećanje produkcije biomase. Da bi se povećala produktivnost fotosinteze, trebalo bi poboljšati strukturu usjeva (sklop, oblik, položaj i veličina lista, trajnost asimilacione površine itd.). Neophodne su genetski uvjetovane promjene u fazama razvoja, posebno u pravcu produbljenja trajanja faze nalijevanja zrna. S ciljem povećanja »sink« kapaciteta biljke, oplemenjivanje na veći broj klasića (klas i zrna) klasić bit će lakše no nastojanje da se stvori produktivna granata pšenica, istakao je S. Borojević (Jugoslavija).

Na kraju ovog prikaza želio bih istaći, da je vrlo teško, ako ne i nemoguće, u ovako sažetoj formi dati pregled svih problema i rezultata o kojima je na Simpoziju referirano. Moja je namjera bila da na što je moguće jednostavniji način dam pregled kretanja, interesa i dostignuća genetičara i oplemenjivača pšenice, a onima koji trebaju detaljnija obavještenja s jedinog specifičnog područja, sa zadovoljstvom su izaći u susret.