

RAD NA OPLEMENJIVANJU OZIME PŠENICE NA OSNOVI POVEĆANE PRODUKCIJE ZRNA PO KLASU

Slobodan TOMASOVIĆ¹⁾Izvorni znanstveni rad
Primljeno: 18. 05. 1993.

SAŽETAK

Stalnim smanjenjem površina pod pšenicom nameće se potreba povišenja uroda po jedinici površine. Jedan od načina povišenja rodosti je povećanje produkcije zrna po klasu kao jedne od osnovnih komponenti uroda.

Oplemenjivanje ozime pšenice na osnovi visoke produkcije klasa je dugogodišnji rad, čiji počeci datiraju od davne 1921. godine (Korić). Od tada na dalje istraživanja na spomenutoj osnovi se neprestano nastavljaju. Genetski materijal na kojem radimo je vrlo bogat, a dobiven je međusobnim križanjem najboljih genotipova nosioca svojstava za programirani ideotip pšenice. Akumulacijom raznih polimernih gena, među njima i gena rodosti došlo je do rekombinacije poželjnih gena što je imalo za posljedicu dobivanje najfertilnijih genotipova. Višestrukim složenim križanjem pojavile su se forme klasa, koje su imale povećanu duljinu rzhisa, na kojima je povećan broj klasića, te povećani broj zrna u klasićima. Iz ovog križanja dobivene su forme klasa sa 33 dobro razvijena klasića. Bilo je klasova u kojima je nađeno preko 100 zrna. Iz navedenog materijala godine 1946., a posebno iz kombinacije križanja (S91 x T25) izabrane su prve forme klasa, koje su prethodile prvim granatim (Ramifera, 1951.), četverorednim (Tetrastichon), te normalnim formama klasa (normal) sa granatim genskim kompleksom, za koje je važno istaći da produžuju klas i povećavaju broj klasića u klasu. Značajan doprinos istraživanju problematike povišenja uroda pšenice po klasu, dalo, je otkriće gena koji kontroliraju granatost, četverorednost, te normalnu formu klasa kod pšenice *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* (Rm, Ts i Nr geni) (Korić Svetka).

Granata heksaploidna pšenica *Triticum aestivum ramifera* SK. stvorena je u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu, i na njoj su provedena brojna istraživanja posebno genetička, i na njoj je rad naročito intenziviran iza 1965. godine (Korić, Svetka). ispoljavanje gena koji kontroliraju granatost i četverorednost sprečava faktor inhibitor normalizator (Nr), i razvija se samo normalni klas sa granatim genskim kompleksom. U tom slučaju genski kompleks za granatost djeluje pozitivno na povišenje produkcije klasa u tri smjera: na povećanje broja klasića u klasu, povećanje broja zrna u klasićima (registrirano je 7-8 zrna u klasiću, pa čak i po 2-3 zrna u jednom cvjetiću) i povećanje mase 1000

RH, 4100 ZAGREB Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja - Zagreb

Zavod za strne žitarice Botinec

RH, 4100 ZAGREB

Institute for Breeding and Production of Field Crops - Zagreb

Department of Small Grain Cereal Crops - Botinec

zrna. Kako i u kojem smjeru će se ispoljiti to pozitivno djelovanje ovisi o interakciji sa ostalim genima heksaploidne pšenice, posebno "velikim genima" QQ CC SS.

U našem selekcijskom radu mnogo koristimo gene koji kontroliraju granatost, za kreiranje visokoproduktivnih normalnih genotipova. Kod normalnog klasa s granatim genskim kompleksom postignuta je masa od 6,70 g sa 103 zrna, i mase 1000 zrna od 50,33 g. Geni za granati klas su značajan doprinos oplemenjivanju ozime pšenice u kreiranju visokoproduktivnih genotipova normalne forme klasa, a vjerojatno u bliskoj budućnosti će se koristiti i u obliku produktivnog četverorednog ili granatog klasa. Zainteresiranost za ovu germplazmu u svijetu je velika, jer omogućuje novu arhitekturu klasa (sink capacity) kojoj se pridaje sve veći značaj, iako je ova koncepcija bila napuštena do 80-tih godina.

U vezi smjernica za budući rad na navedenom programu rada u svrhu povećanja produkcije zrna po klasu, potrebno je još više produljiti klas normalne forme i na njemu povećati broj visoko fertilnih klasića. Cilj je dakle, stvarati sorte pšenice još više rodnosti na osnovi produljenja klasa i na njemu povećanog broja zrna u klasiću, koje potencijalno omogućuju geni granatosti odnosno četverorednosti nazvanih genima rodnosti.

WINTER WHEAT BREEDING BASED ON INCREASED GRAIN PRODUCTION PER SPIKE

S. TOMASOVIĆ

Original scientific paper
Received: 18. 05. 1993.

SUMMARY

With permanent reduction of acreages under wheat, necessity arises to increase yield per square unit. One of the ways of doing it is by increasing grain production per spike as one of the basic yield components.

Breeding winter wheat based on high spike production presents work of many years the beginnings of which date from long-past 1921 Korić. Since then, the above investigations have continually been in progress. Genetic material we are working with is very rich. It was obtained by mutually crossing the best genotypes the carriers of traits for programmed wheat ideotype. By accumulating various polymeric genes, among which fertility genes, recombination of favourable genes took place, which resulted in obtaining the most fertile genotypes. Multiple crossing produced spike forms with elongated rachis and increased number of spikelets and more kernels.

Those crossings produced spike forms with 33 well-developed spikelets. Spikes were found with more than 100 kernels. From this material, and especially from the combination S91 x T25, first spike forms were selected in 1946 that preceded first branching (Ramifera, 1951), fourrowing (Tetrastichon) and normal spike forms (normal) with branching gene complex which elongates spikes and increases spikelet number in a spike. A considerable contribution to the investi-

gations dealing with increased yield per spike was made since the discovery of genes that control branching, fourrowing and normal spike forms in *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* (Rm, Ts and Nr genes) (Svetka Korić). Branching hexaploid wheat *Triticum aestivum* *ramifera* S.K. was developed in the Institute for Breeding and Production of Field Crops in Zagreb, and numerous investigations were carried out with it, genetic ones in particular. The work was especially intensified after 1965 (Svetka Korić). Manifestation of genes that control branching of fourrowing may be inhibited by an inhibitor-normalizer factor (Nr) which then permits the development of normal spikes with branching gene complex. In this case, branching gene complex positively enhance higher production per spike in three ways: increased number of spikelets per spike, increased number of grain per spikelet (7-8 grains per spikelet have been reported, even 2-3 grains in a floret), and increased 1000-kernel weight. How this gene complex will be manifested depends on the interaction with other genes of hexaploid wheat, especially "major genes" QQ, CC and SS.

In our breeding work, we frequently use genes that control branching for developing high-productive normal genotypes. Normal spikes with branching gene complex may weight 6.70 g with 103 kernels and 1000-kernel weight being made 50.33 g. Branching genes account for a considerable contribution in breeding winter wheat for development of high-productive genotypes with normal spike form. In the near future, they will probably be used in a form of productive fourrowing of branching spike. this germplasm has attracted world-wide interest because of the new spike architecture (sink capacity) that is receiving growing importance, although this conception was abandoned until 1980-s.

Regarding the guidelines for the future work on the above program aimed at increasing grain production per spike, it is necessary to lengthen spikes of normal forms even more and increase the number of their highly fertile spikelets. The objective is to develop wheat varieties with even higher yielding capacity that is based on elongated spikes and increased kernel number per spikelet, which is potentially made possible by branching or fourrowing genes called yielding genes.

UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

U našoj zemlji stvoren je veliki broj sorata ozime pšenice namijenjenih različitim proizvodnim područjima, a koje po svom genetskom potencijalu predstavljaju visok domet u selekciji. Naime, naše najnovije sorte i linije pokazuju potencijal rodosti znatno iznad 10 t/ha. Stalnim smanjenjem površina pod pšenicom nameće se potreba povišenja uroda po jedinici površine. Zato pred oplemenjivačima pšenice i dalje ostaje kao glavni zadatak stvaranje sorata povećanog genetskog potencijala rodosti, visokog stabiliteta, te poboljšane kvalitete zrna i brašna. Jedan od načina povišenja rodosti je povećanje produkcije zrna po klasu kao jedne od osnovnih komponenti uroda. Rodnost ovisi o broju klasova po jedinici površine, broju zrna po klasu i masi 1000 zrna. Visoki urod je dakle, rezultanta mnogo raznih komponenata među kojima su najvažniji broj zrna po klasu, te

njihova masa, tj. produkcija po klasu i broj klasova po jedinici površine. Nastoji se da novi genotipovi budu što plastičniji da bi se mogli proširiti na razna područja u svrhu postizanja postavljenog cilja radi se s velikim brojem selekcijskog materijala, gdje se ispituje više tisuća linija, te se istražuje mnogo stotina genetičkih populacija.

Značajan doprinos istraživanju problematike uroda pšenice dalo je otkriće gena granatosti kod *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* (Rm, Ts i Nr geni), pogotovo proučavanja njihovog djelovanja na ostali genski kompleks heksaploidne pšenice (Korić i Svetka Korić). Svaka naša selekcija je produkt višestrukog križanja, što nam je i omogućilo da su se u pojedinim kombinacijama pojavile najrazličitije forme klasa među njima i granati i četverooredni, te forma floribunda.

Granati klas svojim visoki potencijalom rodnosti je značajna dobit u oplemenjivanju ozime pšenice i geni granatosti praktički se koriste osobito u stvaranju visokoproduktivnih genotipova normalne forme klasa te postoji mogućnost da će se u budućnosti koristiti i u obliku produktivnog četveroorednog i granatog klasa. Rezultati stvorene germplazme se mnogo koriste u oplemenjivačkim programima u svijetu u okviru razmjene selekcijskog materijala među selekcionarima. Iz programa stvaranja sorti pšenice na osnovi povećane produkcije klasa priznato je nekoliko sorti ozime pšenice (Vigorka, Bistra, Istra, Granka). Materijal iz navedenog programa istraživanja je ujedno i genkolekcija, koja se mnogo koristi za poboljšanje pojedinih svojstava pšenice *Triticum aestivum*, *vulgare* tipa (povećana produkcija po klasu, nova forma klasa i slično).

Nove (posebne, neobične) forme pšenice dobivene križanjem

Novi tip je nazvan floribunda ("mnogocvjetna"), jer je njegova karakteristika velik broj cvjetića. Forma floribunda ima tri glavne karakteristike, koje ju odvajaju od ostalih pšenica *Triticum vulgare lutescens* ili *Triticum vulgare milturum*. Prva karakteristika su suplementarni klasići. Na koljencu klasnog vretena kod pšenica (kao genusa) se nalazi jedan višecvjetni klasić, kod floribunde se nalaze dva klasića. Ne postoji po jedan postrani klasić, nego dva ravnopravna klasića. Druga istaknuta osobina je pojava, da su se u klasiću cvjetići pretvorili u klasiće. Treća forma je deformirani cvijet, koji se pojavljuje rjeđe nego prve dvije forme. Ovo je forma "deformata". Veliki broj cvjetova je bio mjerodavan, da se ta forma nazove "floribunda". Glavna karakteristika tog novog tipa su prekobrojni klasići, deformirani cvjetići i granati klasići. Nova forma je već u prvim godinama kad se pojavila davala potomstvo, koje je bilo slabije vitalno. Ono je pokazivalo slabu otpornost prema bolestima i prema ostalim nepogodama i imalo smežurano zrno. Među njima je bio veliki postotak semiletalnih i letalnih biljaka. Planskom selekcijom uspjelo je postići vitalnije linije, normalno razvijene dajući normalno razvijeno zrno.

HISTORIJAT

Nova teratološka forma (forma, koja se morfološki odvaja od postojećih) prvi puta se pojavila 1946. godine iz jednog križanja, koje je provedeno 1940. godine na poljoprivrednoj stanici u Osijeku. Križanja su započela još u Križevcima 1921. godine i nastavljena u Osijeku 1931. godine sa istim materijalom (Korić, 1921). Materijal za križanje je skupljen sa raznih strana svijeta koji se međusobno križao. Kroz dvije decenije su dobivene razne linije, koje su u sebi imale akumulirane najrazličitije faktore velikog broja sorata. Cilj rada je u prvom redu praktičan, da se postignu bolje sorte pšenice u svim svojstvima: u rodnosti, a zatim otpornosti i kvalitetu. Rodnost je produkt neizmjereno velikog broja faktora, koji svaki za sebe i svi zajedno povećavaju produkciju, a koje je teško analizirati.

Praktični oplemenjivač nastoji da u jednoj biljci akumulira razne elemente rodnosti i fertilitnosti. To se postiže križanjem. Tih elemenata, o kojima ovisi rodnost ima mnogo: veličina klasa, broj klasića u klasu, broj zrna u klasiću, čvrstoća stabljike, veličina korjenovog sistema, otpornost itd. Jedna od najvažnijih komponenata rodnosti je veliki broj klasića u klasu. Baš na taj element se polagalo mnogo važnosti kod križanja iz koga su proizašle nove forme (teratološke). Pšenica, koja ne može u klasu da formira veliki broj klasića, ne može ni da daje velike urode. Obična stara domaća pšenica ima u dobrim uvjetima 12-13 klasića. Uz optimalne uvjete, maksimum je 15-16 klasića u klasu. Kasnije uzgojene produktivnije sorte kao Prolifik, Bankut i sl. imaju najviše 20-22 klasića, a rijetko mogu da prekorače taj broj i u optimalnim uvjetima. Najbolje strane sorte samo iznimno imaju više od 23-24 klasića u klasu.

Križanjem se nastoji povećati broj klasića. Kada je počeo taj rad, raspolagalo se je sa materijalom koji je maksimalno imao od 16-22 klasića kod domaćih sorata i 20-24 klasića kod stranih sorata. Sistematskim križanjem i transgresivnim cjepanjem rastao je taj broj od generacije do generacije. Do godine 1942. na tome je radio Korić, a od te godine dalje u zajednici sa Svetkom Jamšek-Korić. Godine 1945. već je bilo postignuto do 28 klasića u klasu. Kasnijih godina taj se broj popeo na 29-30, a godine 1950. postignuto je već 33 klasića u klasu (u literaturi nije pronađen podatak, da je postignut ovako velik broj klasića). Broj klasića je genotipno i fenotipno svojstvo, tj. potrebna je genetička podloga i vanjski uvjeti. Broj klasića je ovisan o velikom broju polimernih faktora (gena). Razne sorte imaju genetički različit broj klasića, od 10 do preko 30 i to nasljedno. Ako postoje različiti geni, koji nisu aleli, onda postoji mogućnost da se više takvih gena može kombinacijom spojiti u jednoj biljci.

Postoji mogućnost transgresije, a s time u vezi i sistematsko povećavanje broja klasića. Ni jedan gen ne djeluje samostalno, a fenotipna manifestacija jednog gena je ovisna o čitavom nizu drugih faktora, koji zajednički djeluju. U jednoj sorti mogu postojati geni za veliki broj klasića, ali se ne mogu razviti, ako ih kočé drugi geni (inhibitori), koji onemogućavaju da se razvije veliki broj klasića.

Polazeći od pretpostavke da se križanjem mogu otkloniti inhibitori i proizvesti kombinacije, koje će se ispoljiti i omogućiti, da se razvije veliki broj klasića,

uspjelo se neprestano povećavati broj klasića. Kroz 20 generacija (do 1940. g.) sistematski su se međusobno križali klasovi, koji su imali najveći broj klasića, da se postigne akumulacija istomjernih faktora, koji imaju sjedište u raznim lokusima drugog ili istog kromosoma. Povećanjem, neprestano su akumulirani geni koji povećavaju broj klasića, tako da se moralo pojaviti cijepanje, koje je akumulacijom ispoljilo taj veliki broj klasića. Iz ovakvih križanja 1945. godine se pojavila jedna biljka, koja je imala 28 klasića, što je za ono vrijeme bio maksimum. Odmah je izolirana i križana s drugim i matična linija je dalje posijana. Iz iste matične linije 1946. godine pojavile su se biljke, nove forme (teratološke), koje su imale dosta povećan broj klasića, ali klasiće nisu pravili u produženju klasa, kako se očekivalo, nego suplementarno, tako da je uz svaki stari klasić nastao po jedan novi klasić. Potomstvo je daljnjih godina izolirano i svaki klas proučavan, a sjeme pojedinog klasa sijano u poseban red. Potomstvo je jako variralo, pojedinog klasa sijano u poseban red. Potomstvo je jako variralo, pojavili su se različiti klasovi, od kojih su neki imali još dalje po jedan suplementarni klasić, pa 2,3,4,5,6,7,8 i 9 klasića sa svake strane, ili do 18 klasića obostrano. Bilo je klasova, koji su imali proširene klasiće sa puno cvjetova, pa takvih koji su imali klasiće u kojima je bilo više nagomilanih klasića, kao i takvih sa granatim klasovima (Korić M. i Svetka Korić).

Nova arhitektura klasa (teratološka) poremećuje vitalnost organizma kao neprirodna forma, koju nije kroz dugi niz godina evolucije održao ni jedan drugi genus, iako su se ovakve mutacije pojavljivale. Biljka, koja nosi ovakvu formu mora da bude slabija, kržljivija i redovno manje otporna. Slične vitalne forme su nađene kod *Hordeum*-a i *Triticum turgidum compositum*, i da se selekcijom dalo pojačati vitalitet i time uzgojiti biljke, koje su bile sasvim vitalne. Vjerojatno je, da se slične vitalne forme nalaze i u drugom genusu i drugom speciesu, a po Vavilovljevom zakonu o homolognim redovima to se može postići i kod *Triticum* vulgare.

Zanimljivo je usporediti rezultate klijanja nekih novih formi (linija) sa normalnim sortama pšenice. Nove linije nisu pokazivale oštećenu klicu ili veći postotak nekljavog sjemena, nego samo smanjen intenzitet klijanja. Postotak klijanja je isti kao kod normalnih sorata (gotovo do 100%), samo je energija klijanja jako smanjena. Većinom su se one linije sa većim brojem suplementarnih klasića sporije razvijale i imale kržljiviji habitus.

Istraživanja su pokazala, da su nove forme (teratološke) u početku bile znatno slabijeg vitaliteta i u znatnoj mjeri semiletalne, pa čak i letalne. Selekcijom su odabrane forme, koje imaju mnogo jači vitalitet, a što više i normalnu vitalnost. Novi oblici (teratološki) i faktori koji ih uvjetuju su recesivni prema normalnim ishodišnim formama i faktorima iz kojih izlaze te forme. To je analogno redovnim pojavama u genetici i biologiji, jer se rijetko kada pojavljuju nove mutacije, koje bi bile dominantne. Nove forme su recesivno svojstvo, koje se rijetko može pojaviti u F2 generaciji, već tek u daljnjim generacijama.

Način istraživanja kojim se došlo do nove (teratološke) arhitekture klasa pšenice

Odobirale i križale su se biljke koje su imale veliki broj klasića. Njihovo potomstvo se iscijepalo i iz toga potomstva su birani oni klasovi koji su imali najveći broj klasića. Oni su se ponovno križali međusobno, ili sa odgovarajućim biljkama drugog križanja. Linije koje su se uzimale za roditelje nisu odgovarale jednoj novoj sorti jer su imale i stanovitih nedostataka. Zato se nisu dalje razmnažale nego su se koristile za križanje i nakon križanja su se odbacile. u potomstvu su opet za križanje uzimane biljke sa najvećim brojem klasića. Tako se to radilo iz generacije u generaciju. Roditelji su bili odbacivani, a u potomstvu su se nakupljali i akumulirali oni njihovi faktori koje se željelo postići. Tako se dogodilo da su se odbacili i roditelji S91 i T25 (Edda), ali se njihovi faktori koji se odnose na broj klasića-sačuvani u potomstvu i spojeni su sa drugim najboljim-faktorima raznih linija, koje povećavaju broj klasića. Nova teratološka forma je nazvana *Triticum vulgare floribunds* (Korić, M. i Svetka Korić, 1950, 1951; Korić Svetka, 1954).

Praktična vrijednost nove (teratološke) arhitekture klasa

T.D. Lisenko (1948) isticao je stvaranje novih sorata pšenice na osnovi granatosti, tj. na osnovi većeg broja klasića u jednom klasu. On smatra, da se time daje mogućnost da se pojača i poveća

broj zrna. Ako se uz svaki stari klasić nalazi sa svake strane po jedan novi, ili se u klasu nalazi bar nekoliko suplementarnih normalnih klasića, onda je time povećan broj klasića cijelog klasa. Broj klasića se može povećati, ako se produžuje klas. Uz normalnu formu pšenice našlo se maksimalno preko 30 klasića. Kod teratoloških formi našlo se čak i do 45 klasića, što nikad ne bi bilo moguće naći kod linearnog običnog poređaja klasića. U Rusiji većina selekcijskih ustanova, koje uzgajaju žitarice, rade na tome, da povećaju broj klasića na osnovi granatosti. Veliki broj klasića kombiniran je sa velikim brojem zrna - osnovna baza za rodnost. Veliki broj klasića i zrna je samo osnova na kojoj se mogu izgraditi produktivne pšenice. Ako su nove linije koje imaju preko 30 klasića nasljedne i da nasljednost ovisi o specijalnim faktorima, koji su u tim linijama akumulirani tada se dobije jedna sorta koja ima veliki broj klasića. Isto tako ako se uzgojila linija koja nasljeđuje veliki broj postranih klasića i ako su to geni koji nemaju nikakve veze sa linearnim povećanjem klasića, tada se može križanjem kombinirati jedna i druga svojstva.

Historijat granate pšenice (*Triticum aestivum ramifera* - Korić)

Jedan teratološki klas posve kržljiv, deformiran koji se je dosta razlikovao od normalnih formi pojavio se je 1946. g. u populaciji križanja domaće linije S91 (Korić) sa talijanskom sortom Edda (T25), a križanje je provedeno 1940. godine. Potomstvo gornje kombinacije je križana sa 4 sorte i to sa: domaćim U1 i U14,

talijanskom Battistio i SAD Early Arlandian. Iz populacija, koje su dobivene tim križanjima iscijepale su se normalne granate forme klasa i kao novo "četveroredni klasovi".

Daljnjom selekcijom i ponovnim planskim križanjima sa najboljim domaćim linijama i stranim sortama postepeno su se poboljšavale granate forme. Grančice su postojale sve veće i produktivnije, a biljke vitalnije (Korić Svetka, 1966, 1967).

Prve teratološke forme su bili praroditelji granatih pšenica (Korić, 1966), koje su bile kržljave, slabo vitalne i ne otporne na bolesti. U prvim godinama kod nekih tipova bilo je ataliteta i do 85%. Kasnije planskom selekcijom su dobiveni vitalni tipovi sa normalno razvijenim grančicama, otpornim na bolesti.

Prve homocigotne normalno razvijene granate heksaploidne pšenice, koje su imale dosta pozitivnih gospodarskih svojstava bile su vrlo visoke i preko 140 cm. Stabljika im nije bila čvrsta da izdrži velik i težak klas sa mnogo zrna, pa je bilo dosta polijeganja. Zato je 1957. godine započeto novo razdoblje rada na skraćivanju i stvaranju otporne i čvrste staljike.

Najbolji rezultati postignuti su u križanjima sa talijanskim sortama: Sl, S13 i Produttore. Najbolji su bili križanci sa Sl, koja je uz skraćenje stabljike potencirala granatost i skraćivala dužinu vegetacije. Rezultat takvog rada su sasvim homocigotne niske granate linije sa svim ostalim pozitivnim gospodarskim svojstvima. Isto tako su stvorene i nove linije sa "četverorednim klasovima", koje su nove u genusu *Triticum* i ishodište novog varijeteta. One bi prema običnim dvorednim pšenicama mogle biti kao četveroredni ječam "tetrastichon" prema dvorednom *Hordeum distichon*.

Tetraploidna granata pšenica *Triticum turgidum* var. *mirabile* odavno je bila poznata i pobuđivala je veliku pažnju sa velikim granatim klasovima i velikim brojem zrna. Imala je veliki produktivni klas sa 120-150 zrna kao osnovu za visoke urode. Mnogo se radilo na tom tipu pšenice u Rusiji i svi su pokušaji neuspjeli, pa je rad na tetraploidnim granatim pšenicama gotovo posve napušten. Pokušalo se križanjem unijeti u tetraploidinu granatu pšenicu gene heksaploidine vulgare pšenice ili obrnuto. No ni ovim putem se nije ništa postiglo. Seleksijska grupa Korić (M. i Svetka Korić) je krenula drugim smjerom. Nastojalo se uzgojiti granatu heksaploidinu pšenicu, na kojem se problemu intenzivno radi od 1946. godine. Križanjem i selekcijom uspjelo se uzgojiti dosta stabilne granate forme klasa sa velikom produkcijom zrna u klasovima. Dobiveno je preko 200 zrna u klasu, mase 5-6 grama. U većini linija su zrna još uvijek slabo razvijena sa niskom masom 1000 zrna 25-30 grama, ima linija sa 35-40 grama ali u takvim klasovima nema tako veliki broj zrna.

MORFOLOŠKI OPIS GRANATE VULGARE PŠENICE

Heksaploidna granata pšenica se morfološki u znatno mjeri podudara sa tetraploidnim granatim. Kod speciesa *Triticum aestivum* višecvjetni klasići su pojedinačno linearno poredani izmjenično na koljencima klasne (rachis).

Granati klas *Triticum vulgare* var. *ramifera*

Taj poređaj na granatom klasu je poremećen, pa na klasnom koljencu imamo ješ 3 vrste klasića: dvostruke suplementarne klasiće, trostruke i granate klasiće odnosno grančice, koje su se razvile iz srednjega između ova tri klasića na rachisu. Granati klasovisu jako varijabilni. Kad prestane granatost, tada se razvijaju dvostruki ili rjeđe trostruki klasići, a prema vrhu se nastavlja normalni poređaj klasića. Grančice se razvijaju iz klasića tako što su se cvjetići u klasića pretvorili u klasiće, cvjetnaos se produži i postane osovina grančice. Prema tome, u svakoj grančici imamo toliko klasića koliko može biti cvjetića (od 4 do 8). U granatim klasovima nalazimo veliki broj zrna (100, 150, 200, pa i više).

Četveroredni klas *Triticum vulgare* var. *tetrastichon*

Ta interesantna forma nastala je na taj način, što su se na koljencu klasne osovine razvila 2-3 suplementarna klasića jedan kraj drugoga. Ima znatno veći broj klasića od obične pšenice, a svi su normalno razvijeni sa krupnim zrnom. Uspjelo je postići 18 suplementarnih klasića sa po 9 sa svake strane, tako da u ovim klasovima ima i preko 40 klasića.

Floribunda ("mnogocvjetna")

Postoji samo kao heterocigot, dok su homocigoti letalni. Kao heterocigot cijepa i u njenom potomstvu nalazimo četveroredne klasove i po koji klas sa slabo razvojenim grančicama. Floribunda ima na dnu klasa katkada do polovine sterilne klasiće i grančice, a nastavljaju se granati klasići, kod kojih nije cvjetna os produljena, pa se mnogo klasića i cvjetića razvije na jednom koljencu klasnog vretena. Cvjetići su velikim dijelom sterilni. To joj daje egzotičnu čudnu formu klasa.

GRANATE PŠENICE U LITERATURI

Percival (1921.) i Lathouwers (1942.) govore o rijetkim pojavama kržljivih grančica, koje su slučajne i nestabilne. Penzing (1923.) po Kornickeu-u navodi da su mu poznati slučajevi postranih suplementarnih klasića, a pogotovo ne granatih. Vavilov i njegovi suradnici Flaksberger, Jakubcinger i Tumanjan (1935.) govore o spontanim granatim pšenicama i opisuju tri forme: var. *mraviani*, var. *Vavilovi* i var. *mirabile*. Rosenstiel (1949.) iznosi da granata pšenica postoji samo kod tetraplodnih tipova, a kod heksaplodnih navodi samo Vavilovljeve. Mansgeld (1951.) u morfološkom sistemu *Triticum aestivum* opisao je 404 varieteta, a u rubrici pod "razgranati klas" iznosi samo 3 Vavilovljeve forme. Cicin (1961.) navodi 6 varieteta heksaplodnih granatih tipova, koje je dobio križanjem pšenice *Triticum vulgare* sa granatom pirikom.

Prema sakupljenim podacima najviše se radilo na granatim pšenicama u Italiji pod rukovodstvom dr. M. Bonvicinia (1930, 1954) u Bologni. Nakon njegove smrti

taj je rad nastavio dr. M. Lollini.

Rao et al. (1988.) ističu za razliku od S. Korić (1980.) monogeno nasljeđivanje granatosti i gdje je granatost pod recesivnom genetskom kontrolom. Granatost su istraživali u turgidnoj granatoj pšenici.

Denčić (1988, 1990.) ukazuje na pravac oplemenjivanja pšenice, a to je da nakon križanja genotipova običnog klasa sa genotipovima tetrastihon i razgranatog klasa, treba odabirati najproduktivnije klasove obične arhitekture, jer oni upravo predstavljaju selekcijsku dobit tj. genotipove sa većim genetskim potencijalom za urod zrna. Ovi klasovi predstavljaju upravo poželjne rekombinacije gena od roditelja: običan klas, koji ima niz prednosti nad tetrastihon i razgranatim klasom, te veliki broj zrna koji je karakterističan za ova druga dva tipa klasa.

Smoček (1988) u svojim dugogodišnjim istraživanjima ističe perspektivu genotipova sa suplementarnim klasićima (VSS), genotipova sa tetrastihon klasom (TSS), te genotipova sa običnim klasom (TSS) nastalih križanjem običnih, tetrastihon i razgranatih klasova, a sve u cilju povećanja produkcije klasa i konačno uroda zrna pšenice.

Smoček, Martinek, Denčić (1990) ukazuju da geni fertilitnosti klasa (SFG) čine kompleks, koji utječe na morfološku strukturu klasa. Klas, koji sadrži gene fertilitnosti, može imati više morfotipova (VSS, TSS, TFS, IRS, NS i slično). Moguće je selekcijom uzgojiti visokoproduktivne klasove označene kao "gigas". Kod takvih klasova nužno je postići čvrstu stabljiku dobre otpornosti na polijeganje jer sadrže veliki broj zrna po klasu. Posjedujući resurse ovakvog klasa, postoji mogućnost korištenja istog za poboljšanje potencijala rodosti suvremenih sorti pšenice prihvaćenih u širokoj proizvodnji.

Po Huang i Yen (1988) geni fertilitnosti klasa (SFG) su povezani sa razvojem i problemima metabolizma biljke i nazivaju ih genima ponašanja (bh).

Belay i Tesemma (1991) proučavali su granatost klasova pšenice kod autohtonih tipova u Gojjam-u regiji Etiopije. Vršili su križanje navedenih tipova sa kultiviranim sortama i linijama, pri čemu su dobili linije F5 generacije u kojima nije uočena granatost i gdje paralelno granati roditelji nisu ispoljili ponovo granatost.

GRANATI GENSKI KOMPLEKS

Iskorištavanje granatog genskog kompleksa za povećanje produktivnosti u pšenice *Triticum aestivum* ssp. vulgare

Dugogodišnjim istraživanjem na heksaploidnu granatom materijalu analiziran je veliki broj potomstava raznih granatih kombinacija i linija. Utvrđeno je, da su se u granatim linijama često pojavljivale i biljke sa četverorednim klasovima, koje su uzgojene kao samostalne forme *Triticum aestivum* tetrastichon (Korić, M. i Korić Svetka, 1950). Zaključuju da postoji veza između četveroredne i granate forme klasa. Granatost kontroliraju dva faktora, koji su se nalazili zajedno u jednom "praroditelju" one kombinacije iz koje su se ispoljile granate forme.

Fenotipski se one nisu mogle ispoljiti, jer je njihova manifestacija bila onemogućena faktorom inhibitorom, koji je svojim alelom i na taj način su se ispoljile početne - nove granate forme, koje nisu bile jasno izdiferencirane.

Granatost kontroliraju dva gena i to jedan koji sam za sebe kontrolira četverorednost TsTs (tetrastichon), a drugi RmRm (ramifera), koji zajedno sa njime uvjetuje granatost. Ova dva gena djeluju komplimentarno i uzajamno formiraju granati klas RmRmTsTs. Genetska konstitucija "praroditelja" one kombinacije iz koje su se ispoljili prvi granati tipovi je NNTsTsTsRmRm, te je bio normalan, jer je uzgoj grančica sprečio faktor inhibitor-nor-malizator NN. U križanjima slučajno se spojio s roditeljem, koji je imao njegov alel nn, genetsku strukturu nntstsmrm, i u potomstvu su se pojavile prve teratološke forme - granate kombinacije. (Korić, S., 1969).

Istraživanja granatog kompleksa su provedena i u specijesu *Triticum turgidum*, te je ustanovljeno da postoji skoro identičan granati genski kompleks kao u heksaploidne pšenice. U križanjima između granate tetraploidne i granate heksaploidne pšenice već u F1 generaciji su dobivene 100% biljke s granatim klasovima i to s jače izraženim grančicama nego u roditelja. Potomstva u F2 generaciji su bila kompletno granata.

Djelovanje granatog genskog kompleksa na normalni klas

Biološka i fiziološka svojstva odnosno čitav metabolizam biljke pšenice prilagođen je normalnoj formi klasa. Međutim, granati genski kompleks izmijenio je tu formu i time je poremetio metabolizam, a što se odrazilo i na samu biljku. Zato je bila slaba vitalnost i kržljivost prvobitnih teratoloških formi. Vitalnost se postepeno povećavala, pa su se novi granati tipovi sve više prilagođavali granatom genskom kompleksu, tako da su uzgojene normalno vitalne granate linije. Metabolizam biljke s granatim klasom postepeno se prilagodio toj novoj formi klasa. U potomstvu križanja granate linije s normalnom dobivamo biljke normalnih klasova, koji su daleko superiorniji od klasova normalnog roditelja. Takva biljka fenotipski ima normalni klas, dok njezin genotip sadrži granati genski kompleks.

Granati genski kompleks može pozitivno djelovati na povećanje produktivnosti klasa u tri pravca:

- 1) Produljenjem klasne osovine i povećanjem broja klasića u klasu
- 2) Povećanjem broja zrna u klasićima
- 3) Povećanjem mase 1000 zrna

Svakako je najviše upadljivo povećanje klasa, odnosno broja klasića na klasu. U mnogih kombinacija između granatih linija i normalnih genotipova s manjim klasovima, efekat je vrlo uočljiv, a rezultati su isto tako pozitivni u kombinacijama s genotipovima velikih produktivnih klasova.

Ako uspoređujemo današnje urode visokorodnih kultivara s nekadašnjim primitivnim autohtonim pšenicama, rezultati su fantastični. Međutim, pšenica je još uvijek deficitarna. Radi toga se dalje traže novi putevi i novi geni da urodi toj važnoj krušarici budu još viši, stabilniji i rentabilniji. Pšenični materijal na kojem

radimo je genski vrlo bogat, jer neprestanim međusobnim planskim križanjem došlo je do akumulacije raznih polimernih gena, među njima i gena rodnosti. Akumulacijom gena ispoljili su se fenotipno jasno uočljivi geni rodnosti u granatoj i četverorednoj formi klasa. Te nove forme registrirane su još godine 1946. u kombinaciji (S91 x T25) (Edda), a pojavile su se u potomstvu linije normalnog klasa, ali do tada najrodnijeg sa 28 dobro razvijenih klasića na klasu.

Daljnijm križanjima i selekcijom iz njih su se uzgojile homocigotne linije sa dobro razvijenim granatim i četverorednim klasovima. Geni granatosti djeluju pozitivno na povećanje produkcije ne samo u granatom i četverorednom klasu, nego i u normalnom, kada su oni potisnuti faktorom inhibitorom Nr. Genetska istraživanja dokazala su kod normalne forme klasa, uz inhibitor Nr, pozitivnu interakciju između gena granatosti i gena QQSS, koji inače kontroliraju normalnu formu klasa. Interakcijom između gena granatosti Rm i Ts te squareheadoida QQ, uz inhibitor Nr stimulira se povećanje broja zrna u klasićima. Registrirano je 7-9 zrna u klasiću, pa čak i po 2-3 zrna u jednom cvjetiću. Interakcijom sa speltoidima SS geni granatosti povećavaju broj klasića na klasu uz produljenje klasne osovine. U tom smjeru postignuto je u pojedinim kombinacijama i preko 30 klasića na rachisu. U slučaju kad je djelovanje QQ i SS podjednako povećava se masa 1000 zrna.

Značajno povišenje mase 1000 zrna je postignuto kod nekih granatih linija, normalnih kombinacija s granatim genskim kompleksom, te normalnih linija. Koliko i u kojem smjeru će se povisiti produkcija normalnog klasa ovisi o genetskoj strukturi jednog i drugog roditelja. Za uspjeh je potrebno u granatoj komponenti akumulirati što više polimernih gena granatosti, a u normalnoj komponenti odgovarajuće gene za pozitivnu interakciju. U selekcijskom radu mnogo koristimo gene granatosti za stvaranje visokoproduktivnih normalnih kultivara. Tako dobivene su neke kombinacije kod kojih je postignuta visoka produkcija normalnog klasa djelovanjem gena granatosti.

Prikazana je produkcija klasa: granatih klasova i nekih normalnih kombinacija, te neke komponente rodnosti kao što su broj zrna u klasu, te masa 1000 zrna. kod njih je visoka produkcija postignuta djelovanjem gena granatosti. Kod granatih klasova postiglo se preko 140 zrna u klasu mase 6,60 g i mase 1000 zrna 46,15 g. Gotovo istu masu zrna po klasu postiglo se i kod normalnog klasa s granatim genskim kompleksom (6,70 g sa 103 zrna i mase 1000 zrna preko 50 g). (Korić, S. 1974, 1976, 1980) (tablica 1).

Tablica 1. Produkcija po klasu nekih granatih linija, te linija normalne strukture klasa s granatim genskim kompleksom (GGK) (Korić Svetka, Zagreb-Botinec)

Red. broj	Broj linije	Index klasa	Broj zrna po klasu	Masa zrna po klasu (g)	Masa 1000 zrna (g)	Fenotip
Klasovi granate strukture						
1.	1095	1	130	5,10		granata bijela golica
	2	128	4,60	36,65		
3	113	3,90				
2.	1435/3	1	143	6,60	46,15	granata crvena golica
3.	1428/6	1	122	6,20	50,81	granata bijela golica
4.	1462/1	1	130	4,20	32,30	granata crvena golica
5.	1937	1	157	5,00	33,09	granata crvena golica
6.	2853	1	151	6,70		granata bijela golica
		2	130	6,10	45,55	
Klasovi normalne strukture s granatim genskim kompleksom						
7.	1355	1	112	6,24	55,70	
8.	1428/3	1	98	6,20	63,26	
9.	88	1	103	6,70		
		2	96	4,20	50,33	
		3	97	4,00		
10.	2471	1	110	4,80		
		2	106	4,60		
		3	103	4,70	45,04	
		4	100	4,40		
		5	96	4,70		

Kako je već ranije kazano iz programa - koncept stvaranja visokorodnih sorti ozime pšenice sa povećanom produkcijom po klasu priznato je nekoliko sorti pšenice. Među posljednjim su priznate: Istra (1979) i Granka (1981). Za obje navedene sorte može se reći da su prve sorte ozime pšenice u našoj zemlji koje u svom pedigree-u sadrže osim obične pšenice vulare tipa po više linija, koje u sebi posjeduju granati genski kompleks.

Triticum aestivum ssp. vulgare var. ramifera - granata vulgare pšenica). Sorte se ističu povećanom produkcijom zrna po klasu, a što se može vidjeti u tablici 2. (Korić, Tomasović, 1979, 1981. - autori sorti) (Tomasović, 1982, 1983).

Tablica 2. Prikaz produkcije zrna po klasu kod selekcija pšenice - "Istra" i "Granka" (Korić, Tomasović, 1979, 1981)

Redni broj	Selekcija	Index klasa	Broj zrna po klasu	Masa zrna po klasu (g)	Masa 1000 zrna (g)
1.	"Istra"	1	109	5,50	
		2	100	3,70	
		3	88	3,70	
		4	83	3,50	45,30
		5	81	3,70	
		6	80	4,00	
		7	74	3,50	
		1	93	5,10	
		2	94	4,9	
		3	91	4,6	
		4	80	4,10	
		5	75	4,00	
		6	72	3,90	
		7	81	3,90	
		8	79	3,80	52,42
2.	"Granka"	9	75	3,80	
		10	73	3,80	
		11	80	3,80	
		12	68	3,60	
		13	74	3,60	
		14	67	3,40	
		15	63	3,40	
		1	109	5,20	
		2	85	4,10	48,13
		3	84	3,60	
		4	81	3,90	
		1	87	3,50	
		2	77	3,70	43,27
		3	74	3,10	

Dugogodišnji akumulirani granati genski kompleks (GGK) koristi se u programu križanja sa običnom pšenicom vulgare tipa radi unašanja gena rodnosti. Naime, neprestanim međusobnim križanjem najboljih genotipova nosioca određenih svojstava za programirani ideotip pšenice došlo je do akumulacije raznih polimernih gena, a među njima i gena rodnosti. U procesu rada došlo je do

rekombinacije poželjnih gena što je imalo za svrhu izdvajanje najrodnijih genotipova. Na ovom se kontinuirano radi s time, da se u postojeći najbolji materijal unašaju novi geni prvenstveno nosioci otpornosti na određene bolesti, kvalitetu zrna, te specifična svojstva i slično. Međutim, najveći značaj imaju geni za povećanje rodnosti genotipova (Tomasović, 1983, 1989, 1992).

Godine 1966. su započeli radovi na američkom projektu- PL 480 (E30-CR-23-FG-YU-111), kada su započeta genetička istraživanja (Svetka Korić, 1966), a koja su završena 1972. godine. Na bazi genetičke analize mnogih križanja utvrdili su se faktori koji kontroliraju tu novu formu klasa pšenice. Utvrđeno je, da postoji dosta komplicirani "genski kompleks" u kojem djeluju uglavnom faktori Rm-Ramifera i Ts-Tetrastichon. Osim tih gena utvrdio se i faktor normalizator-Nr, koji sprečava manifestaciju granatosti. Takva biljka je fenotipno normalnog klasa, a njezin genotip je obogaćen granatim genskim kompleksom, koji ima dok djeluje hipostatski jako pozitivno fiziološko djelovanje. On djeluje na povećanje rodnosti takvog normalnog klasa u raznim smjerovima. U istraživanjima utvrdilo se to djelovanje u povećanju broja zrna u klasićima, broja klasića u klasu i masi 1000 zrna. Kod toga ima vrlo važnu ulogu grupa gena, koja inače kontrolira razvoj normalne forme klasa, a to su speltoidi, squareheadoidi i compactoidi - "veliki geni". Prvi djeluju povoljno na formiranje grančica, dok ovi drugi, a pogotovo compactoidi djeluju negativno, a u nekim kombinacijama čak i letalno.

Broj grančica na klasu varira genotipno i fenotipno. Granatost kao morfološka osobina je jako podvrgnuta utjecaju vanjskih faktora. Ona se jako modificira, pa nalazimo da se granati genotip pojavljuje kao četveroredni, kao i normalni fenotip, tj. normalni klas.

Interakcija ostalog genskog kompleksa triticum aestivum na granati genski kompleks

Oni isti geni, koji djeluju na formiranje normalnog klasa (rachisa), djeluju i na formiranje cvjetne osovine (rachille), tj. osovine same grančice, a to su speltoidi, squareheadoidi i compactoidi. Speltoidi produžuju osovinu grančica, dok squareheadoidi djeluju negativno, oni skraćuju rachillu. Na taj način dolazi do nagomilavanja klasića na koljencima rachisa, klas dobiva egzotičnu formu, koja je nazvana "floribunda". Zbijanje klasića može ići tako daleko, da se oni više uopće ne razvijaju, nego ostaju u većini i sterilni. Takve biljke su najčešće letalne i ugibaju već kod samog klijanja. Floribunda se pojavljuje u granatom materijalu od samog početka rada na granatoj heksaploidnoj pšenici od 1950. godine. Ona postoji kao heterocigot nmrRmRmTsTsQQ. Homocigotna kombinacija RmRmTsTsQQ ne postoji, ona je letalna (Korić, S., 1972, 1974).

Granati elementi u praktičnoj selekciji - perspektive

Postoji mogućnost, da se spoji u jednoj biljci veliki broj linearnih i postranih klasića. Na taj način bi uz 30 linearnih klasića postojala mogućnost, da se dobije 20 postranih, a time i klasova sa 50 klasića. Ovakvi klasovi bili bi velika novost u

genetičkoj, oplemenjivačkoj literaturi, a i širokoj praksi. Ovakvi klasovi bi mogli biti i veliki dobitak za budući uzgoj pšenice. To bi moglo otvoriti i nove perspektive u selekciji pšenice. Mi još ne znamo sa koliko mogućnosti raspolaže današnja genetika i selekcija, ali sa stanovišta suvremene nauke možemo reći, da su mogućnosti velike. Izgledi za daljnje povećanje su evidentni, i ne zna se gdje će biti taj budući maksimum. Stvorene pšenice, koje daju maksimum u svojim proizvodnim područjima, nisu dostigle 30 klasića u klasu. Ovi novi tipovi, koji imaju preko 30 klasića ili koji imaju čak i do 4-5 zrna u klasu, daju izgled nove perspektive buduće selekcije. Uspjelo je uzgojiti tipove sa čvrstom stabljikom.

Nove forme s velikim brojem klasića se križaju sa linijama, koje imaju mnogo zrna u klasiću. Prema stanju genetičke nauke i selekcijske prakse postoji mogućnost, da se spoji jedno i drugo. Na taj način bi se dobile pšenice, koje imaju veliki broj klasića, sa mnogo zrna u klasiću i prema tome, veliki broj zrna koji bi prelazio brojku i 200. Veliki broj zrna sam po sebi ne znači veliku rodnost. On je samo osnova za veliku rodnost, jer može biti mnogo zrna, a slabo razvijenih. Ako je veliki broj zrna u klasiću onda mora biti snažan korijen, koji će "izvući mnogo hrane iz tla. Time još nije proizvedena nova produktivna sorta. Težak veliki klas mora da ima i čvrstu stabljiku, koja ga drži. Među ovim elementima veliki broj klasića je svakako jedan od najvažnijih uvjeta za jednu novu visokoproduktivnu sortu. Granata vulgare pšenica može imati u selekciji dvije velike uloge:

- kao objekt za stvaranje novih visokoproduktivnih sorti
- drugo, možda će imati još važniju ulogu kao komponenta u križanju.

Granati klas je novi elemenat u oplemenjivanju pšenice za povećanje rodnosti klasa. u njemu je mnogo više zrna nego u normalnom klasu. Granati klas sa 100 zrna nije nikakva rijetkost, a postizava i mnogo više čak preko 150 do 200 zrna u klasu. Prema tome, ta nova forma klasa sa mnogo dobro razvijenog zrna mogla bi biti perspektivna u poljoprivrednoj praksi. isto tako granate linije nemaju samo veliki broj zrna u klasu, nego su ta zrna i krupna sa 40-50 g mase 1000 zrna, pa i više. to je perspektiva za daljnji rad. Danas mnoge znanstvene ustanove rade na heksaploidnom granatom genskom kompleksu zapravo na svim kontinentima i postoji mogućnost da će se uskoro registrirati praktički rezultati tih istraživanja.

Pozitivno djelovanje granatog genskog kompleksa u interakciji sa ostalim genskim kompleksom očituje se u normalnom klasu u 3 smjera:

- speltoidni elementi djeluju na povećanje klasića na klasu uz produljenje klasne osovine (rachis-a) Dobiveni su normalni klasovi sa 28-30 klasića, a time se povisila i produkcija samog klasa.

- squareheadoidni elementi povećavaju broj zrna u klasićima (6-9 zrna je nađeno u klasićima, a postoji mogućnost za čak 2-3 zrna u jednom cvjetiću, a što je i dokazano). To povećanje nije rezultat samo heksaploidnog granatog genskog kompleksa, nego i tetraploidnog. Squareheadoidni elementi su u uskoj vezi sa *Triticum turgidum compositum*.

- pozitivno djelovanje granatog genskog kompleksa očituje se u povećanju mase 1000 zrna. To djelovanje je osobito u slučajevima kad je djelovanje prethod-

nih dvaju faktora podjednako.

Granati genski kompleks u praktičnoj selekciji može se koristiti u dva smjera:

- za uzgoj normalnih genotipova kod kojih je produkcija klasa povećana djelovanjem granatog genskog kompleksa.

- za uzgoj produktivnih četverorednih i granatih genotipova sa velikim brojem zrna u klasu u bliskoj budućnosti.

U granatim linijama imamo akumulirane gene koji kontroliraju granatost i mogu se unašati u normalne genotipove sa važnim gospodarskim svojstvima. Ovo je ustvari prva etapa korištenja granatog genskog kompleksa za povišenje rodnosti normalnoga klasa. U heksaploidnom genomu postoji grupa gena, koji djeluju pozitivno, ali i negativno na razvoj grančica na klasu. Na razvoj granatog klasa djeluju "veliki geni" QQCCSS.

Ti geni kod normalne forme klasa djeluju na njegovu formu, jer produljuju ili skraćuju rachis odnosno njegove internodije. Kako djeluju na rachis, još jače djeluju na rachillu, prema tome i na razvoj grančica koje mogu biti rahlije ili zbitije. Na skraćenje rachille djeluju geni QQ, a pogotovo CC, dok je SS produžuju i takvi granati klasovi imaju dugačke grančice sa dobro razvijenim klasićima, cvjetićima, pa prema tome i zrnom. Geni QQCC ne djeluju negativno samo na razvoj rachille, nego oni poremećuju i čitav metabolizam biljke, a time i sam vitalitet. Prve granate linije (Svetka Korić) imale su dosta zbite grančice, a u potomstvima je bilo dosta semiletalnih i letalnih biljki. One se i danas javljaju u F₂ i u daljnjim generacijama. To je zbog toga što u navedenom selekcijskom materijalu ima mnogo square-headoidnih elemenata unijetih iz talijanskih genotipova s kojima se mnogo radilo. Prve rastresite grančice izdvojene su iz kombinacije u kojoj je bila uključena linija iz SAD-a - Nebraska 533413 sa kojom su u jačoj mjeri unijeti speltoidni elementi. isto tako značajne linije (genotipovi), kojima granati genski kompleks utječe na povišenje produkcije klasa.

Oplemenjivanje na veći genetski potencijal za urod nužno je vršiti oplemenjivanje na krajnje komponente uroda, kao što su broj i masa zrna, odnosno drugih krajnjih produkata. To treba posebno naglasiti, jer kod velikog broja kultura gdje reproduktivni organi predstavljaju ekonomski urod (sink capacity) to više limitira urod nego fotosintetski aparat (source capacity) (Borojević, 1978, 1983, 1986). Urod zrna pšenice može se povećati promjenom i usavršavanjem strukture biljke. Orijentacija je na polupatuljaste genotipove kod kojih bi odnos zrna i slame trebao biti u približnom odnosu 50% : 50%, jer takvi genotipovi trebaju manje vode, hraniva i solarne energije za proizvodnju jedinice suhe tvari zrna. Prednosti polupatuljastih genotipova proizlaze iz značajno većeg broja zrna po klasu odnosno klasiću uspoređivano sa visokim genotipovima. Geni za veći broj klasića po klasu nađeni su u talijanskom genotipu Forlani (Forlani, 1953), u marokanskom tipu klasa (orogram CIMMYT-a). Sposobnost, da se razvije 7 zrna po klasiću izgleda da će u budućnosti biti nasljeđivano primarno od vrste *Triticum turgidum*. Druge mogućnosti za povećanje produktivnosti klasa je razvoj granatog klasa (Bonvinci, 1955; Korić, 1966, 1973; Cicin, 1961) ili četverorednog tipa klasa

(Korić, 1966, 1973; Cicin, 1961) ili četverorednog tipa klasa (Korić, 1978). Kod dugog klasa jedno značajno dostignuće bi bilo povećati glume koristeći polonium-gene, jer glume u velikom postotku učestvuju u formiranju zrna.

LITERATURA - REFERENCES

1. Belay, G. and T. Tesemma: 1991. Branching wheat in Ethiops. *Rachis*, vol. 10, 1, 29-30.
2. Bonvicini, M.: 1930. Spiga ramificata in un grano tenero. *Ital. agr.*
3. Bonvicini, M.: 1954. Varieta ramificate di T. vulgarehei lavori di miglioramento genetico. IX int. gen. cong.
4. Bonvicini, M.: Nuove caratteristiche genetiche per l' incremento della produzione granaria. *Sementi Elette* 9-10: 2-7, 1955.
5. Borojević, S.: Značaj genetike, spoljne sredine i modeliranja u oplemenjivanju organizma. *Savremena poljoprivreda* 26 (11-12), 5-27, Novi Sad, 1978.
6. Borojević, S.: Genetic changes to increase yield potential in wheat. Proc. 6 th International Wheat genetics Symposium, Kyoto, Japan: 953-957, 1983.
7. Borojević, S.: Genetic changes in morphophysiological characters in relation breeding for increased wheat yield. *Gentic improvement in yield of wheat. C/rop Sci. of America and QAmerican society of Agronomy, Medison, 71-85, Wi, USA, 1986. CSSA Special Publication Number 13.*
8. Cicin, I.V.: New varieties of soft wheat with branched ears (in Russian) *Dokl. A.N. SSSR* 136: No.2.1961.
9. Denčić, S.: Genetic analysis of different structures of sink capacity in wheat. *Proc. 7th Int. Wheat Genet. Symp. Cambridge, 499-502, 1988.*
10. Denčić, S. 1989. Oplemenjivanje pšenice promenom arhitekture klasa. *Savremena poljoprivreda, Vol. 38, Br. 1-2, 137-144, Novi Sad, 1990. VII jug. simpozij o naučno-istraživačkom radu na pšenici, Novi Sad, 12-16.VI*
11. Forlani, R.: 1953. L' ibridazione interspecifica come mezzo di miglioramento del grano. *Italia Agricola* 2:1-12
12. Huang, G. and C. Yen: 1988. Studies on the developmental genetics of multiple spikelet per spike in wheat. *Proc. 7th Int. wheat genet. Symp., Cambridge, 527-532,*
13. Korić, M. i Svetka Korić 1950. Nove teratološke forme pšenice dobivene križanjem. *Iz godišnjaka Biološkog instituta u Sarajevu, God. III (1950), Sv. 1-2, 55-78, Sarajevo.*
14. Korić, M. i Svetka Korić-Jamšek: Granata vulgare pšenica (*Triticum vulgare*) dobivena križanjem. *Biljna proizvodnja, Br. 5, 3-15, Zagreb, 1951.*
15. Svetka Jamšek-Korić: Dobra sorta je preduvjet za povećanje priroda pšenice. *Biljna proizvodnja, Godina VII, Br.6, 245-254, Zagreb, 1954.*
16. Korić Svetka: Produktivnost granate vulgare pšenice. *Savremena poljoprivreda, Br. 11-12, 617-624, Novi Sad, 1966. V. jug. simpozij o naučno-istraživačkom radu na pšenici, 12-18.VI 1966, Novi Sad.*

17. Korić Svetka: Granata vulgare pšenica *Triticum aestivum* ssp. vulgare var. ramifera. *Agronomski glasnik*, Br. 4, 287-298, Zagreb, 1967.
18. Korić Svetka: Iskorišćavanje granatog genskog kompleksa za povećanje produktivnosti u pšenice *Triticum aestivum* ssp. vulgare. *Savremena poljoprivreda*, Br. 11-12, 157-164, Novi Sad, 1969. VI. jug. simpozij o naučno-istraživačkom radu na pšenici, Kragujevac, 9-11 1969.
19. Korić Svetka i M. Korić: 1970. Kako nastaju nove sorte poljoprivrednog bilja. *Osnove biljne genetika primjenjene u poljoprivredi. Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske, Zagreb 1970.*
20. Korić Svetka: 1972. Genetička analiza faktora granatosti kod *Triticum aestivum* ssp. vulgare i *Triticum turgidum*, te interakcija faktora granatosti na ostali genski kompleks speciosa *Triticum aestivum*. Finalni izvještaj ITC Projekta (američki) PL 480: E030-CR-23-FG- YU-111
21. Korić Svetka: 1973. Branching genes in *Triticum aestivum*. *Proc. 4th Internat. Wheat genetics Symposium Missouri Agr. Exp. Sta., Colubia, Mo., USA, 283-288,*
22. Korić Svetka: Genetska struktura granate pšenice *Triticum aestivum* ramifera SK. i *Triticum turgidum compositum*. *Arhiv za poljoprivredne nauke. God. XXVII, Sv. 99, 19-38, Beograd, 1974.*
23. Korić Svetka: Genetska osnova visoke produkcije klasa. *Poljoprivredna znanstvena smotra, 36(46): 17-28, Zagreb, 1976. 2. Međunarodna konferencija o ozimoj pšenici, Zagreb, 9-12.VI 1975.*
24. Korić Svetka: *Triticum aestivum* ramifera new genetic resource. *Proc. 5th Int. Wheat genet Symp. (Ind. Soc. genet. and Pl. Breeding, New Delhi), Vol. 1:171-176.*
25. Korić Svetka: Proučavanje granatog genskog kompleksa *Triticum aestivum* ssp. vulgare i njegovo značaja za oplemenjivanje pšenice. *Arhiv za poljoprivredne nauke, Vol. 41, Sv. 142 (1980/2), 271-282, Beograd, 1980.*
26. Lethouvers, N.: *L'amélioration du froment, Librairie agricole, Paris, 1942.*
27. Lisenko, T.D.: *Agrobiologija, Seljhozgis, Moskva, 1948.*
28. Mansfeld, R.: *Das morfologische System des Saatweizens, der zuchter HI/2, 1951.*
29. Penzing, D.): *Die Pflanzentheratologie, T.III., 1920.*
30. Percival, J.: *The Wheat Plant. A Monograph, London, 1921.*
31. Rao, V.S.P., M.D. Bhagwat, B.K. Honorao, and V.P. Patil: 1988. Use of branched turgidum wheats in the improvement of durum wheat. *Biovigyanam 14:54-56.*
32. Rosenstiel, K.: 1988. *Handbuch der Pflanzenzüchtung. III. Band- Weizen,*
33. Smoček, J., P. Martinek, S. Denčić: Utilization of gene resources of increased ear sink capacity in wheat breeding. *Savremena poljoprivreda, Vol. 38, Br. 1-2, 209-215.*
34. Novi Sad, 1990. VII. jug. simpozij o naučno-istraživačkom radu na pšenici, Novi Sad, 12-16.VI 1989.

35. Tomasović, S.: "ISTRA" - nova sorta ozime pšenice. Savremena poljoprivreda, Br. 5-6, 221-230, Novi Sad, 1982.
36. Tomasović, S.: "GRANKA" - nova sorta ozime pšenice visoke produkcije po klasu. Savremena poljoprivreda, Br. 1-2, 5-17, Novi Sad, 1983.
37. Tomasović, S.: Wheat Breeding for higher Production per spike. Annu. Wheat Newsletter, Vol. 29, 164-166, Colorado State University, Fort Collins, Co, USA, and Canada Dept. of Agriculture, 1983.
38. Tomasović, S.: Increase of genetic yield potential based on higher kernel production per spike. Annu. Wheat Newsletter, Vol. 35, 215, Colorado State University, Fort Collins, Co, USA, and Canada Dept. of Agriculture, 1989.
39. Tomasović, S.: The present level of knowledge on how to improve wheat yield through increased production per spike and increased resistance to Fusarium spp. on spikes. Annu. Wheat Newsletter, Vol. 38, 93-95, Colorado State University, Fort Collins, Co, USA, and Canada Dept. of Agriculture, 1992.
40. Tomasović, S.: Improvement of wheat yield through increased production per spike. Annu. Wheat Newsletter, Vol. 38, 95-96, Colorado State University, Fort Collins, Co, USA, and Canada Dept. of Agriculture, 1992.
41. Vavilov, N.I. 1935. Naučnije osnovi selekcii pšenicy, Seljhozgiz, Moskva.