

Zdravko Martinić
Poljoprivredni fakultet
Zagreb

PRAVCI GENETSKIH ISTRAŽIVANJA PŠENICE KOD NAS
(Referat na godišnjem sastanku ustanova koje rade istraživanja na pšenici
u Jugoslaviji održan 25. i 26. IV 1968. u Zagrebu)

UVOD

Program unapređenja proizvodnje pšenice kod nas zacrtan 1956. godine orijentirao je naše naučne kadrove u prvom redu na stvaranje vlastitih visokorodnih sorti pšenice. Genetska istraživanja pšenice u tome času bila su u drugom planu. Ona su prvenstveno obuhvaćala nesistematska vlastita istraživanja fonotipske izraženosti svojstava unutar vrste. Tr. aestivum ssp. vulgare. Roditeljski parovi za križanja birani su katkada samo na bazi podataka iz literature ili orijentacionih zapažanja u našim prilikama, jer je trebalo što prije stvoriti vlastite visokorodne sorte. Genetski pristup stvaranju novih sorti bio je u toj fazi unapređenja kulture pšenice kod nas »koncept sorte« pa se je neminovno išlo kod oplemenjivanja na veliki broj križanja među kojima i na takva za koja se brzo uvidjelo da nemaju nikakvog opravdanja (Borojević i Potočanac 1966).

Kada se je vlastitim zapažanjima i istraživanjima fonotipske izraženosti svojstava dobio bolji uvid u ta svojstva u našim proizvodnim uvjetima, koncept sorte u oplemenjivanju je zamijenjen »konceptom svojstva«.

Danas nove sorte i linije jugoslavenskih oplemenjivača pšenice već uspješno dostižu u prirodu visokorodne strane sorte, pa je za daljnji smišljeni uspjeh u oplemenjivanju na novom nivou potreban bolji uvid u genetsku konstituciju poželjnih svojstava i genetski pristup oplemenjivanju pšenice kod nas nužno se sve više treba približiti konceptu »gen — svojstvo«.

Očito, ovakvo stanje stvari traži osvrt na dosadašnja genetska istraživanja pšenice kod nas vezana uz stvaranje novih visokorodnih sorti i jasnu koncepciju u planiranju budućih genetskih istraživanja pšenice.

DOSADAŠNJA GENETSKA ISTRAŽIVANJA PŠENICE KOD NAS
VEZANA UZ STVARANJA VISOKORODNIH SORTI

Realizacija koncepcije stvaranja visokorodnih sorti kod nas tekla je u tri faze. U prvoj fazi trebalo je visoku rodnost, otpornost prema polijeganju i ranozrelost talijanskih sorti pšenice ujediniti sa zadovoljavajućom otpornošću prema zimi. U drugoj fazi spomenutim gospodarskim svojstvima trebalo je pridodati još otpornost prema crnoj i lisnoj rđi pšenice, a u trećoj fazi poboljšati kvalitet priroda (Borojević i Potočanac 1966).

Iz ove koncepcije stvaranja visokorodnih sorti pšenice proizašla su i genetska istraživanja koja su trebala zahvatiti u ova svojstva: a) rodnost, b)

otpornost prema polijeganju, c) dužinu vegetacije, d) otpornost prema zimi, e) otpornost prema crnoj pšeničnoj rđi (*Pucc. graminis tritici*), f) otpornost prema lisnoj rđi pšenice (*Pucc. recondita tritici*) i g) kvalitet priroda.

Rodnost

Rodnost je najvažnije, ali na žalost i najkompleksnije gospodarsko svojstvo svake sorte. Dvije su bitne karakteristike rodnosti: 1. visina priroda i 2. stabilnost. Obje su, međutim, kompleksnog karaktera. Stabilnost priroda je s gospodarskog stanovišta vrlo važna, a odgovarajuća dužina vegetacije, otpornost prema zimi, polijeganju i bolestima trebala bi prvenstveno pridonijeti stabilnosti priroda. Međutim, stabilnost priroda u svojoj ukupnosti određena je nedvojbeno i velikim brojem svojstava, koja nisu ovdje nabrojena. Visina priroda determinirana je: 1. produkcijom po klasu i 2. brojem klasova po jedinici površine. I ove dvije karakteristike su **svaka za sebe opet** kompleksnog karaktera. Produkcija po klasu ovisi o broju klasića u klasu, broju cvjetića u klasiću, broju zrna u klasiću i apsolutnoj težini zrna. Na realizaciji optimalnog sklopa s velikim brojem klasova po jedinici površine može utjecati genotip slijedećih karakteristika: busanja, promjera vlati, širine i položaja listova, visine vlati, čvrstoće vlati i reakcije sorte na smanjeni intenzitet svijetla u sklopu, te druge karakteristike. Malo je vjerojatno da se bilo koja od nabrojanih karakteristika naslijeđuje monomerno, premda se kod pojedinih križanja i za određene gradacije istraživačkog svojstva može utvrditi i takav tip naslijeđivanja. Sva nabrojena svojstva, koja na jedan ili drugi način determiniraju (a katkada i limitiraju) prirodu, u najvećem broju slučajeva naslijeđuju se poligeno, kao kvantitativna svojstva.

Od 1956. godine do danas testiran je veliki broj stranih sorti i novih jugoslavenskih selekcija na prirodu u mikropokusima, a znatan broj i u makropokusima. To je omogućilo izdvojiti sorte s visokim prirodnom u našim proizvodnim uvjetima. Ovim istraživanjima dobijena je slika o potencijalu pojedinih sorti za prirodu, a otkriveni su i neki uzroci nestabilnosti priroda.

Heritabilnost je istraživana u ovom periodu samo za neke komponente multikompleksnog svojstva priroda.

Borojević (1965) utvrdio je kod 9 sorti u 8 kombinacija križanja heritabilnost za dužinu klasa, broj klasića u klasu, broj sterilnih klasića, broj zrna po klasu i produkciju po klasu. Premda su ova istraživanja izvedena na biljkama uzgojenim u rijetkom sklopu, ona su pokazala da je značenje nasljedne i ekološke varijabilnosti različito kod raznih svojstava, ali su uočene i vrlo velike razlike u heritabilnosti kod istog svojstva u raznim kombinacijama. Ova istraživanja su dalje pokazala da F-1 generacija za isto svojstvo u nekim kombinacijama može biti intermedijarna, u drugim dominantna, a kod nekih kombinacija dolazi do superdominantnosti ili leterozisa. Kod znatnog broja kombinacija uočena je pojava transgresivnog cijepanja za važne determinante priroda kao broj klasića, broj zrna i produkciju po klasu.

Otpornost prema polijeganju

Otpornost prema polijeganju jako je ovisna o visini vlati, debljini sklerenhimskog staničja i broju provodnih snopića u vlati.

Heritabilnost od 25,4 do 85,7% za visinu vlati, utvrdio je Borojević za neke kombinacije križanja u 1965. godini. F-1 generacija bila je intermedijarna, jednaka višem roditelju ili je bila viša od višeg roditelja, zavisno o roditeljskom paru.

Janković (1966), analizirajući roditelje i potomstvo križanja kontinentalnih sorti neotpornih prema polijeganju i otpornih mediteranskih sorti, ustanovila je značajne razlike u debljini sklerenhimskog sloja između otpornih i neotpornih sorti prema polijeganju. F-1 generacija bila je intermedijarna ili je dominirao roditelj s debljim sklerenhimskim slojem. Sorte mediteranskog tipa imale su veći broj provodnih snopića od sorti kontinentalnog tipa. Veliki broj provodnih snopića dominirao je u F-1 generaciji nad manjim brojem, a raspored biljaka F-2 generacije u razrede po broju provodnih snopića ukazuje po ovom autoru na poligeno naslijeđivanje broja provodnih snopića.

Dužina vegetacije

Dužina vegetacije je vrlo važno svojstvo u našim proizvodnim uvjetima. Ranozrelost može znatno smanjiti učestalost štetnog djelovanja suše, a i nekih bolesti, što povećava stabilnost priroda ranozrelih sorti na našem području.

Prema istraživanjima Borojevića (1963) koja je proveo na 193 kombinacije križanja, F-1 generacija, zavisno o kombinaciji, klasala je ranije od ranijeg roditelja, istovremeno s ranijim roditeljem ili je zapaženo intermedijarno ponašanje F-1 generacije. U 7,7% slučajeva čak je dominirala dužina vegetacije kasnijeg roditelja. Ako su se roditelji u dužini vegetacije razlikovali više od 7 dana, F-1 generacija bila je u pravilu intermedijarna. Ako je razlika među roditeljima bila manja od 7 dana, F-1 generacija je, zavisno o kombinaciji, varirala od superdominacije ranijeg roditelja do dominacije kasnijeg roditelja. Autor je zaključio da je naslijeđivanje ranozrelosti ne samo rezultanta alelnih osnova za ranozrelost, nego i nealelne interakcije izazvane križanjem divergentnih sorti.

Naša istraživanja (Martinić 1964) pokazala su da ranozrele sorte mogu imati dužu fazu jarovizacije od kasnozrelih i da se sorte, vrlo slične po dužini vegetacije u našim proizvodnim uvjetima, mogu bitno razlikovati u reakciji na fotoperiod.

Otpornost prema zimi

Svojstvu otpornosti prema zimi obraćena je velika pažnja, jer je oplemenjivanje na ovo svojstvo predstavljalo prvu fazu u realizaciji vlastitih visokorodnih sorti otpornijih prema zimi od uvezenih talijanskih sorti.

Uz redovno ocjenjivanje izraženosti ovog svojstva kod sortimenta u poljskim uvjetima, te sorti i linija istraživanih u sortnim pokusima, testirani su perspektivni materijali na otpornost prema zimi u sanducima po Aufhammeru (Potočanac 1957, Potočanac i Miladinović 1960), a zatim i po metodi Jurjeva (Popović 1963). Nakon što su osposobljene hladne komore kod tri centra za pšenicu, prešlo se na testiranje sorti i linija u izgrađenim polulaboratorijskim uvjetima (Milohnić 1962, Popović 1963, Mišić 1965). Ova istraživanja su dala niz važnih saznanja o izraženosti svojstva otpornosti prema hladnoći kod istraživanih materijala. Pokazalo se je da mnoge ranozrele sorte s visokim potencijalom za rodnost i boljom otpornošću prema polijeganju od udomaćenih sorti, posjeduju zadovoljavajuću otpornost prema zimi u našim proizvodnim uvjetima. Dalje su ta istraživanja omogućila zaključiti da u našim uvjetima nije uopće važna, u literaturi toliko isticana, pozitivna korelacija između izrazite reakcije sorti na fotoperiod i njihove otpornosti prema zimi i da visokorodne sorte, stabilne u našim proizvodnim uvjetima, uz slabu reakciju na fotoperiod (Martinić 1964, 1966) posjeduju i zadovoljavajuću otpornost prema zimi (Potočanac i Miladinović 1960, Milohnić 1962, Popović 1963, Mišić 1965. i drugi).

Istraživanja naslijeđivanja otpornosti pšenice prema studeni (Mišić 1966 i 1966a, Popović 1963) pokazala su da je F-1 generacija intermedijarna u otpornosti, ako se križaju sorte stepskog tipa i sorte mediteranskog tipa slabije i različite otpornosti, ali je stupanj prezimljenja F-1 generacije zavisio o stupnju otpornosti prema hladnoći oba roditelja. Transgresivno cijepanje u F-2 generaciji Popović nije uočio. Mišić je u F-2 generaciji zapazio diskontinuiranu varijabilnost. Ista kombinacija križanja, međutim, dala je različiti odnos cijepanja u F-2 generaciji uz razne dužine tretiranja biljaka niskim temperaturama. To ukazuje na samo neke od poteškoća kod istraživanja heritabilnosti ovog kvantitativnog, poligenog svojstva. Mišićeva istraživanja dalje su ukazala da se način naslijeđivanja ovoga svojstva u ranim generacijama komplicira i materinskim efektom.

Otpornost prema crnoj pšeničnoj rđi (*Pucc. graminis tritici*)

Premda je oplemenjivanju na otpornost prema crnoj pšeničnoj rđi posvećena tolika pažnja, o naslijeđivanju otpornosti prema toj bolesti imamo vrlo malo vlastitih podataka. Potočanac i Špehar (1966) istražili su način naslijeđivanja otpornosti prema rasama crne pšenične rđe 17 i 21 kod križanja 5 izvora rezistentnosti (2 iz Kenije i 3 iz Chile-a) s 3 neotporne sorte prema ovim rasama. Oni su zaključili da naslijeđivanje teče monomerno i da otpornost dominira nad osjetljivošću.

Otpornost prema lisnoj rđi pšenice (*Pucc. recondita tritici*)

Podaci Momčilovića (1966) ukazuju da je otpornost prema rasama lisne rđe 61 i 67 kod nekih kombinacija križanja dominirala u F-1 generaciji, dok je kod drugih kombinacija bila recesivna. Iz cijepanja u F-2 generaciji Momčilović je zaključio da kod naslijeđivanja otpornosti prema spomenutim rasama ove rđe, zavisno o kombinaciji, učestvuje 1, 2 ili 3 para gena.

Momčilović (1967) zapazio je varijabilnost kod izvora rezistentnosti u otpornosti prema lisnoj rđi pa predlaže zasnivanje linija izvora rezistentnosti s ciljem dobivanja homocigotnih izvora rezistentnosti, zatim test homocigotnosti izvora i neprestano testiranje linija donatora uporedo s generacijskim materijalom kod oplemenjivanja na otpornost prema ovoj bolesti pšenice.

Kvalitet priroda

Veliki uspjeh u povećanju proizvodnje pšenice kod nas primjenom novog tipa sorti i intenzivne agrotehnike u proizvodnji doveo je, izgleda, našu proizvodnju do hiperprodukcije mekih pšenica lošeg kvaliteta.

Premda je oplemenjivanje na kvalitet postavljeno kao zadatak našim oplemenjivačima tek u trećoj fazi oplemenjivanja pšenice, analize kvaliteta perspektivnih linija jugoslavenskih selekcionera ohrabruju.

Kvalitet je međutim kao i druga važna gospodarska svojstva vrlo kompleksnog karaktera. Nabrojimo samo neke pokazatelje kvalitete priroda: 1. hektolitarska težina, 2. apsolutna težina, 3. veličina i oblik zrna, 4. caklavost ili brašnavost, 5. sadržaj pepela, 6. sadržaj i kvalitet lijepka i 7. pecivost. Mnogi od ovih pokazatelja mogu se dalje rasčlaniti a svaki za sebe predstavlja jedno kvantitativno svojstvo koje na ovaj ili onaj način utječe na meljavu i izdašnost brašna i kruha, volumen kruha, boju kore, strukturu i vlažnost nutrine kruha, te organoleptička svojstva kruha. Na žalost, niti jedan od spomenutih pokazatelja kvaliteta priroda sam za sebe nije mjerodavan za konačni proizvod, pa istraživanje fonotipske izraženosti ovoga svojstva predstavlja skup i kompliciran posao, ali nužan, ako se želi sigurni i usmjereni napredak na ovom polju. Primjena jeftinijih mikrometoda (Pelshenke, Berliner, Zeleny — test) predstavlja dobar put za početak u oplemenjivanju i genetskim istraživanjima ovog svojstva.

Možemo zaključiti da su genetska istraživanja pšenice kod nas s više ili manje uspjeha pratila naša nastojanja u oplemenjivanju pšenice, a u malom broju slučajeva su im i prethodila. To je donekle i razumljivo obzirom na nove koncepcije u oplemenjivanju i proizvodnji pšenice provedene kod nas u relativno kratkom vremenskom razdoblju.

Za daljnji smišljeni rad i napredak u oplemenjivanju, međutim, bit će nužna tješnja suradnja između oplemenjivača, genetičara, citologa i fiziologa pšenice, a za neka svojstva i tehnologa brašna i kruha, te drugih pšeničnih proizvoda.

PRAVCI GENETSKIH ISTRAŽIVANJA KOD NAS

Sumiramo li sva naprijed navedena istraživanja i uzmemo li u obzir i ona genetska istraživanja pšenice koja nisu bila direktno vezana na koncepciju stvaranja novih visokorodnih sorti, vidimo da su istraživanja tekla u ovim pravcima:

- a) testiranje fonotipske izraženosti svojstava,
- b) nasljeđivanje kvantitativnih svojstava,
- c) ispitivanje kombinirajuće sposobnosti pšenice i
- d) povećanje genetske varijabilnosti vulgare pšenice primjenom genusa i species hibridizacije te primjenom mutagenih sredstava.

Testiranje fenotipske izraženosti svojstava

Testiranje fenotipske izraženosti svojstava sorti pšenice *Tr. aestivum* ssp. vulgare sigurno je najšire primjenjivani način istraživanja i obuhvatio je veliki broj sorti i linija najrazličitijeg porijekla. Unatoč tome, mali je broj sistematiziranih i objavljenih podataka o fenotipskoj izraženosti svojstava sorti u našim proizvodnim uvjetima.

Španring i suradnici (1966) u svome izvještaju pod naslovom »Introdukcija kmetijskih raslin — predizbira« sistematizirali su podatke za oko 800 sorti pšenice na kojima su vršena uniformirana zapažanja u uvjetima Slovenije, no i ti podaci nisu do danas objavljeni. Spomenuti sortiment od oko 800 sorti, međutim, predstavlja samo dio sorti i linija uzgajanih istovremeno na raznim lokacijama u Jugoslaviji kroz jednu ili više vegetacija za posljednjih 15 godina.

Nesumnjivo bi dobili mnogo bolju sliku o nasljednoj i ekološkoj varijabilnosti pojedinih svojstava, ako bi genetičari i oplemenjivači imali uvid u kompletnu, makar samo fenotipsku, varijabilnost pojedinih svojstava unutar heterogene populacije od nekoliko tisuća sorti pšenice *Tr. aestivum* ssp. vulgare uzgajanih u posljednjem deceniju kod naših istraživačkih ustanove koje rade na pšenici.

Veliki broj sorti i linija (vlastitih novih rekombinacija i transgresija) koje bi zbog specifične izraženosti pojedinih svojstava bile interesantne za daljnja genetska istraživanja i oplemenjivanje, bit će izgubljen, jer se zapažanja nisu vodila uniformno i sistematski, a podaci koroz objavljivanje nisu učinili dostupnim širem krugu istraživača.

Za manji broj sorti objavljeni su pojedinačni radovi s podacima o testiranju sorti i linija na rodnost (Drezgić i Jevtić 1959, Sarić 1959, Gibšman i Nikolić 1959, Potočanac i Regan 1959, Gibšman 1960, Borojević, Gibšman i Mišić 1960, Verbalov 1961, Miladinović 1961, Mišić 1961, 1961a, Jevtić i Drezgić 1963 i drugi) zatim na dužinu vegetacije (Drezgić i Jevtić 1959, Borojević Gibšman i Mišić 1960, Miladinović 1961, Mišić 1961, Jevtić i Drezgić 1963, Borojević 1965a i drugi) polijeganje (Borojević, Gibšman i Mišić 1960, Pereković 1960, Miladinović 1961, Mišić 1961a, Borojević 1965a, Janković 1966 i drugi), otpornost prema zimi (Potočanac 1957, Martinić 1960, Potočanac i Miladinović 1960, Milohnić 1962, Popović 1963, 1964, Mišić 1965, 1967 i drugi), otpornost prema crnoj pšeničnoj rđi (Špehar 1961), otpornost prema lisnoj rđi (Bošković 1960, 1962) i o testiranju kvalitete priroda (Šenborn et al. 1959, 1962). Osim na nabrojena svojstva vršeno je testiranje sorti i linija na otpornost prema suši (Miladinović 1966), na otpornost prema osipanju (Miržinski i Jetrović 1966), na otpornost prema pepelnici (Smiljaković 1966), a testirana je reakcija nekih sorti na jarovizaciju i fotoperiod (Martinić 1964, 1966, 1967).

Nasljeđivanje kvantitativnih svojstava

Nasljeđivanje kvantitativnih svojstava istraživano je u vezi s oplemenjivanjem na pojedina svojstva i komentirano ranije.

Ispitivanje kombinirajuće sposobnosti pšenice

Ispitivanje kombinirajuće sposobnosti pšenice važno je obzirom na hibridnu pešnicu pa se započeta istraživanja nastavljaju i proširuju (Borojević 1963, Miržinska i Janković 1966, Milohnić 1966, 1967).

Povećanje genetske varijabilnosti vulgare pšenice primjenom mutagenih sredstava i genus i species hibridizacije

Radovi na genus i species hibridizaciji pridonijeli su unašanju pozitivnih svojstava raži i tetraploidnih pšenica u heksaploidne pšenice (Kump 1959, Tavčar 1960, 1965). Izdvojene linije i genotipovi iz ovih istraživanja poslužili su kao ishodni materijal u stvaranju novih visokorodnih sorti.

Istraživanja uticaja gama radijacije na formiranje korisnih mutacija ukazala su na značenje relativno malih doza zračenja koje prvenstveno izazivaju genske mutacije (Tavčar 1962, Tavčar i Kendjelić 1966). Djelovanje x-zraka i termalnih neutrona na promjene kvantitativnih svojstava pšenice od M_1 do M_7 generacije ukazalo je da se genetska varijabilnost može povećati kod kvantitativnih svojstava primjenom mutagenih sredstava i da bolje rezultate treba očekivati kod izdvajanja pozitivnih mutacija u kasnijim (M_4 i M_5) nego u ranijim (M_2 i M_3) generacijama (Borojević K. 1963, 1966, Popović i suradnici 1966). Ova istraživanja omogućila su izdvojiti niz korisnih mutacija izazvanih zračenjem.

NEKI REZULTATI STRANIH ISTRAŽIVANJA KAO POSLJEDICA NOVIH METODA U ISTRAŽIVANJIMA

Ako se upitamo koliko su naša dosadašnja genetska istraživanja pšenice stvorila uvjete za prijelaz kod oplemenjivanja pšenice na koncept »gen — svojstvo« ili koliko su ta istraživanja korak naprijed prema svijesnoj manipulaciji s genima za kvantitativna svojstva, teško ćemo biti zadovoljni s obimom istraživanja, primjenjenim metodama i postignutim rezultatima. Ako se s druge strane sagleda i manji dio objektivnih teškoća koje se javljaju svakom nosiocu zadatka u toku realizacije, onda ti rezultati i nisu tako beznačajni. U svakom slučaju ne treba gajiti iluzije da će se naši uvjeti za istraživački rad u dogledno vrijeme toliko poboljšati što se tiče kadrova i sredstava da ćemo sve genetske probleme u vezi oplemenjivanja pšenice moći sami riješiti. Bez uključivanja u internacionalne tokove istraživanja ove kulture i nastavljanja specifičnih istraživanja za naše uvjete tamo, gdje su drugi stali, teško će se postići daljnji napredak i značajniji teoretski i praktični rezultati.

Razmotrimo stoga neka saznanja na internacionalnom planu samo na pr. za nasljeđivanje otpornosti prema crnoj pšeničnoj rđi. Rezultati stranih istraživača o nasljeđivanju otpornosti prema ovoj bolesti ukazuju da neke sorte posjeduju samo jedan gen za otpornost u stadiju tri lista i da nasljeđivanje teče monomerno (Ausemus et al. 1967)- pa su naši istraživači (Potočanac i Špehar 1966) registrirali vjerojatno samo taj slučaj. Međutim, otpornost u

odraslom stadiju uvjetuje četiri gena (Sr_1 do Sr_4), a neke sorte nose po dva gena za otpornost u stadiju tri lista, druge tri gena, kod linije P. I. 60599 utvrđeno je četiri gena, a kod Kenya 338 pet gena za otpornost prema crnoj pšeničnoj rđi (Knott 1957, 1957a, 1960, Ausemus et al. 1967). Nakon što je Knott otkrio 9 posebnih gena za otpornost, ukupan broj determiniranih gena popeo se na četrnaest (Sr_1 do Sr_{14}). Uzme li se u obzir da jedan gen može pokriti otpornost prema većem broju rasa, da svi geni ne pokrivaju otpornost prema svim rasama, da u mnogo slučajeva na otpornost utiču i geni modifikatori, da katkada veći broj gena nije u stanju obraniti biljku od samo jedne rase, da se broj rasa rđe neprestano povećava, a isto tako da se rasni sastav na pojedinim područjima mijenja, te da otpornost i akcija gena za otpornost kod domadara, te gena za virulentnost kod parazita može varirati i zavisno o vanjskim faktorima, onda vidimo da je nasljeđivanje otpornosti prema crnoj pšeničnoj rđi unutar vrste *Tr. aestivum* ssp. *vulgare* daleko od jednostavnog monohibridnog nasljeđivanja.

Na nekim područjima, međutim, uz određeni rasni sastav, klimu i genotipove, slučaj monohibridnog nasljeđivanja može ipak prevladati naročito kod ispitivanja otpornosti u stadiju tri lista i u kontroliranim uvjetima uzgoja. Očito, genetska istraživanja otpornosti prema rđama kod nas moraju bazirati na dobrom poznavanju prevalentnih rasa rđe i rasa u porastu na našem području te na dobrom poznavanju gena koji reguliraju otpornost prema tim rasama. Otkrivanju novih gena rezistentnosti od značaja za rasni sastav rđe kod nas trebalo bi posvetiti punu pažnju. Proučavanje reakcije gena za otpornost domadara i gena za virulentnost kod parazita u našim proizvodnim uvjetima, bio bi značajan prilog upoznavanju interakcije gena i sredine u kojoj se njihova akcija realizira. Ono bi omogućilo otkriti naročito stabilne gene koje bi trebalo zatim kumulirati u dobro adaptirane visokorodne sorte i uvrstiti u vlastitu gen kolekciju za otpornost prema prevalentnim rasama i rasama u porastu na našem području.

Temeljitiiju sliku o nasljeđivanju mehanizma otpornosti prema crnoj pšeničnoj rđi ne bi strani istraživači mogli dobiti da u istraživanjima nisu, uz konvencionalne metode, primjenjivali i analizu pomoću monosomika. Po Ausemus-u, McNealu i Schmidt-u (1967) utvrđeno je da gotovo svi hromosomi heksaploidne pšenice mogu biti odgovorni za otpornost prema crnoj pšeničnoj rđi.

Pomoću aneuploidije i supstancije hromosoma uspjelo je dobiti bolji uvid u nasljeđivanje visine vlata kod pšenice (Brigle and Vogel 1967, Piech 1967, Hermesen 1963, Hurd and Mc Ginnis 1958 i drugi), utvrđeni su hromosomi koji učestvuju u nasljeđivanju reakcije na jarovizaciju (Knott 1958, Morrison 1960, Tsunewaki and Jenkins 1961 i drugi), otkriveni su hromosomi odgovorni za reakciju sorti na fotoperiod (Hakkoran and Boydell 1967), hromosmi koji reguliraju ispunjenost vlata (Larson 1959, Larson and McDonald 1959, 1962, 1966), sadržaj proteina, kvalitetu tijesta, veličinu zrna, apsolutnu težinu zrna, nekrozu lista, zriobu i druga važna gospodarska svojstva pšenice (Ausemus et al. 1967).

Wehrhahn i Allard (1965) i Low (1965, 1966) ukazali su kako se može primjenom novih tehnika dobiti uvid u akciju osnovnih gena s velikim efektom i gena s malim efektom za kvantitativna svojstva.

Korištenje eneuplodije i supstitucije u genetskim istraživanjima trebalo bi i kod nas primjenjivati brže i na širem planu, jer bez primjene novih tehnika i metoda teško ćemo se približiti u oplemenjivanju pšenice konceptu »gen — svojstvo«.

DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Osnovni cilj unapređenja proizvodnje pšenice kod nas ostaje i dalje stvaranje sorti za intenzivnu agrotehniku s visokim, stabilnim i kvalitetnim prirodom. U realizaciji ovoga programa moramo što više nastojati približiti se koncepciji »gen — svojstvo« i svjesnoj manipulaciji genima. Zato je nužno u genetskim istraživanjima intenzivnije korištenje aneuploidije, supstitucijskih i adicijskih linija te izogenih linija.

U genetskim istraživanjima kod nas i nadalje će dominirati težnja za produblivanjem saznanja o nasljeđivanju kvantitativnih svojstava. Uz tradicionalne metode u ovim istraživanjima trebat će više koristiti nove tehnike koje omogućuju bolja saznanja o akciji i intenzitetu akcije pojedinih hromosoma i gena za kvantitativna svojstva na tim hromosomima.

Izučavanje genotipskih razlika u morfološkim i biokemijskim karakteristikama asimilacionog aparata pšenice, te razlike u morfološkim i fiziološkim svojstvima koja utječu na produkciju po klasu, gustoću sklopa i bolje iskorištavanje sunčane energije asimilacionim aparatom, dobivati će na značenju u našim budućim istraživanjima.

Realno je očekivati opširnija vlatita istraživanja kombinirajuće sposobnosti pšenice te genetike R. f. faktora. Determinacija dominantnih gena ili gena velikog efekta za takvu fenotipsku izraženost važnih gospodarskih svojstava koja odgovara idealnom tipu hibridne pšenice, važna je za praktične rezultate kod izučavanja hibridne pšenice.

Izučavanje korelativnih veza i načina nasljeđivanja dužine vegetacije, stadija jarovizacije, fotoperiodizma i otpornosti prema zimi moglo bi pridonijeti stvaranju ozimih sorti adaptibilnih na velika geografska područja i dati prilog novom gledanju na ulogu fotoperiodizma u formiranju širolike adaptibilnosti i visokih prirodna zrna kod pšenice i drugih poljoprivrednih kultura.

Za područje proljetne pšenice bilo je moguće uzgojiti sorte s gotovo univerzalnom adaptabilnošću (Borlaug 1965, Krull et. al. 1966, 1967), a adaptabilnost ozime pšenice na velika područja limitirana je, izgleda, prvenstveno pozitivnom koleracijom između fotoperiodizma sorti i otpornosti prema hladnoći. Naša istraživanja ukazuju (Martinić 1964, 1966) da je za naše proizvodno područje bilo moguće među postojećim genotipovima izdvojiti i takve koji uz slabu reakciju na fotoperiod pokazuju zadovoljavajuću otpornost prema zimi u našim proizvodnim uvjetima. Ovo ukazuje da je za naše područje od male važnosti, u literaturi toliko isticana, pozitivna korelacija između otpornosti prema zimi i izrazite reakcije na fotoperiod.

Istraživanje genetike otpornosti prema bolestima bit će i nadalje nužno prisutno u istraživanjima pšenice kod nas.

Korištenje mutagenih sredstava, zatim genus i species hibridizacije uz primjenu novih citogenetskih saznanja iz ove oblasti (Riley 1963, Riley and Kimber 1966, Morris and Sears 1967) otvara mogućnosti i za rješavanje onih problema koji se postojećom genetskom varijabilnošću unutar vrste *Tr. aestivum* ssp. *vulgare* ne bi mogli riješiti.

Organizirana gen kolekcija uz uniformna zapažanja i objavljivanje podataka, najprije na bazi fenotipske varijabilnosti svojstava a u budućnosti kao kolekcija »gen — svojstvo« ili još bolje »gen — gradacija (izraženost) svojstva«, trebala bi jasno ukazati na još neiskorištene mogućnosti genetske varijabilnosti (koja uvjetuje različitu gradaciju istih svojstava) unutar vrste *Tr. aestivum* ssp. *vulgare*.

I konačno o mnogim okolnostima (personalnim, financijskim i drugim) ovisit će kojim istraživanjima će se kod nas dati prednost u neposrednoj budućnosti. Nesumnjivo je, međutim, da bez uključivanja u internacionalne tokove istraživanja ove kulture i nastavljanja specifičnih istraživanja tamo, gdje su drugi stali, teško će se postići značajniji teoretski i praktični rezultati.

Z. Martinić

Faculty of Agriculture,
University of Zagreb,
Yugoslavia.

CURRENT TRENDS OF GENETIC RESEARCH OF COMMON WHEAT IN YUGOSLAVIA

(Lecture delivered at the annual meeting of Yugoslav wheat improvement institutes held at Zagreb on April 25 and 26, 1968.)

Summary

Investigation of genetics of common wheat forms a part of the Yugoslav Programme of Creating High Yielding Common Wheat Varieties. It includes the evaluation of a) the phenotypic variability of important characters, b) the heritability of quantitative characters, c) the combining ability and d) the increase of the genetic variability by means of genus and species hybridization and use of mutagenis.

During the last twenty years several thousand varieties of common wheat have been tested for many important traits. However, the observations have never been systematized. Some partial results were published periodicals, including those arrived at by testing a relatively small number of varieties on yield, earliness-lateness, lodging, winter and cold resistance, resistance to stem rust, leaf rust, mildew, drought, shattering as well as on their response to vernalization and photoperiod.

Among the characters the inheritance of which has been studied were length of spike, number of spikelets, number of sterile spikelets, number of kernels and weight of kernels per spike, height of the culm, size of sclerenchyma layer and number of vascular bundles, number of days to heading, resistance to cold, stem and leaf rusts.

As regards combining ability the investigations are in full progress and likely to yield significant results in the near future.

In genus hybridization *Secale cereale* and in species hybridization local ecotypes of *Tr. turgidum* were used. Mutations were induced by X-rays and thermal neutrons.

The main task of wheat improvement in Yugoslavia remains as hitherto the breeding of varieties characterized by high and stable yield and good grain quality.

The breeding process and genetic research are both likely to benefit by our ascertaining which particular chromosome(s) and gene(s) located on it, are responsible for which property and by the possibility of their conscious manipulation. This is the reason why in Yugoslavia, along with conventional methods, special attention ought to be paid to aneuploidy, substitution, addition and isogenic lines in genetic investigations.

The study of genotypic differences in morphological and biochemical characteristics of assimilatory apparatus and in morphological and physiological properties influencing production per spike, stand density and better sun light utilization should be paid more attention in future work.

The thorough genetic study of earliness — lateness, vernalization requirements, photoperiodism, winter hardiness and their interactions could contribute to creation of winter wheat varieties adaptable to a large geographical area and to the advancement of a new theory about significance of photoperiodism in formation of large adaptability and high yield of kernels in wheat and other long or short day crops. For spring wheat area it was possible to breed varieties with almost universal adaptability (Borlaug 1965, Krull et al. 1966, 1967). The adaptability of winter wheats was thought to be primarily limited with a positive correlation between photoperiodism and winter hardiness. The author's investigations (Martinić, 1964, 1966) show that at least in Yugoslav growing conditions it was possible to select from imported commercial varieties and new Yugoslav strains such genotypes which, in spite of their low response to photoperiod, were winterhardy enough in this region. This shows that at least in a given region the positive correlation between the two traits could be successfully overcome.

The study of genetics of resistance to diseases will be necessarily included even in the future work of our programme.

The use of mutagens as well as genus and species hybridization, along with the application of new cytological knowledge (Riley 1963, Riley and Kimber 1966, Morris and Sears 1967) open new possibilities for solving such problems which defied solution when approached through the existing genetic variability within the species *Tr. aestivum*.

For the present, the organization of genetic collection could be based on the phenotypic variability of important properties but in the near future it should be resupported by genes with known action. This procedure will prove the existing genetic variability of many important properties in common wheat — a phenomenon which has not been sufficiently utilized in most active programmes in many countries.

Which investigations will be given the priority in the Yugoslav programme will depend on several circumstances (personal, financial and technical). However, close international cooperation in studying possibility for improving this crop are imperative if more significant theoretical and practical results are to be achieved.

LITERATURA

1. Ausemus, E. R., F. H. McNeal and J. W. Schmidt: Genetics and inheritance, In Wheat Improvement. Editor K. S. Quisenberry and L. P. Reitz, Medison, Wisc., USA, 1967.
2. Borlang, N. E.: Wheat, Rust and People. — *Phytopathology*, Vol. 55, No 10, 1088—1098, Otc. 1965.
3. Borojević, K.: Delovanje X-zraka i termalnih neutrona na neke sorte *Triticum speciesa*. — *Savremena poljoprivreda* br. 3, 181—202, 1963.
4. Borojević, K.: Changes in quantitative characters inducted by irradiation in *Tr. aestivum* ssp. *vulgare* from M_1 to M_n generation. — *Savremena poljoprivreda* br. 11—12:235—253, 1966.
5. Borojević, S., E. Gibšman i T. Mišić: Sortiment visokoprinosnih pšenica za Vojvodinu. — *Savremena poljoprivreda* br. 9:691—705, 1960.
6. Borojević, S.: Način nasljeđivanja i heritabilnost kvantitativnih svojstava u ukrštanjima raznih sorti pšenice. — *Savremena poljoprivreda* br. 7—8:587—606, 1965.
7. Borojević, S.: Genetika pšenice. — »Pšenica« — Zadružna knjiga, Beograd, 1965.
8. Borojević, S. i J. Potočanac: Izgradnja jugoslavenskog programa, stvaranja visokorodnih sorti pšenice. — V. Jug. simp. o nauč. istraž. radu na pšenici 12—18 juni — Novi Sad, 1966.
9. Borojević, S.: Combining ability in wheat crosses. — (Proc. of the Sec. Int. Wheat Genetics Symposium, Lund, Sweden, Aug. 19—24, 1963. *Hereditas*, Suppl. 2:102—118, 1966).
10. Bošković, M.: Ponašanje nekih italijanskih sorti pšenice prema lisnoj rđi. — *Savr. poljoprivreda* br. 4:328—339, 1960.
11. Bošković, M.: Ispitivanje osjetljivosti nekih italijanskih sorti pšenice prema lisnoj rđi i drugim bolestima 1960. i 1961. g. *Savrem. poljoprivreda* br. 3:166—179, 1962.

12. Briggie, L. W. and Vogel, O. A.: Breeding short-stature, disease resistant wheats in the United States. — Eucarpia meeting, Wageningen, October 24—27, 1967.
13. Drezgić, P. i S. Jevtić: Uticaj vremena, dubine i načina setve na prinos i neke osobine domaćih i italijanskih sorti pšenice. — Savr. poljoprivreda br. 1:15—32, 1959.
14. Gibšman, E. i V. Nikolić-Vig: Rezultati makro-ogleda sa italijanskim i domaćim sortama pšenice na teritoriju Vojvodine u 1957/58. Savr. poljoprivreda br. 4:271—280, 1959.
15. Gibšman, E.: Rezultati makro-ogleda sa italijanskim i domaćim sortama pšenice na teritoriju Vojvodine u 1958/59 god. Savr. poljoprivreda br. 5:409—418, 1960.
16. Hakkoran, G. M. and Boyde, C. W.: Wheat chromosomes with genes for photoperiodic response. — Canad. J. Gen. Cyt. 9:394—398, 1967.
17. Hermesen, J. G. Th.: The localization of two genes for dwarfing in the wheat variety Timstein by means of substitution lines. — Euphyt. Vol. 12, No 2:126—129, 1963.
18. Hurd, E. A. and R. C. McGinnis: Note on the location of genes for dwarfing in Redman wheat. — Can. J. Pl. Sci. 38:506— , 1958.
19. Janković, M.: Uticaj poleganja na prinos i kvalitet sorte Bezostaja 1. Savr. poljoprivreda br. 2:111—116, 1966.
20. Janković, M.: Inheritance of the size of the sclerenchyma layer and of the number of vascular bundles. — Savr. poljoprivreda br. 11—12:145—155, 1966.
21. Jevtić, S. i P. Drezgić: Vreme setve nekih italijanskih i domaćih sorti pšenice u uslovima Vojvodine. — Savr. poljoprivreda br. 7—8:495—507, 1963.
22. Knott, D.R.: The inheritance of rust resistance. II. The inheritance of stem rust resistance in six additional varieties of common wheat. — Can. Jour. of Sc. 37:177—192, July, 1957.
23. Knott, D. R.: The inheritance of rust resistance. III. The inheritance of stem rust resistance in nine Kenya varieties of common wheat. — Can. Jour. Pl. Sci. 37:366—384, October, 1957.
24. Knott, D. R.: The inheritance of rust resistance. IV. Monosomic analysis of rust resistance and some other characters in six varieties of wheat including Gabo and Kenya Farmer. — Can. Jour. of Pl. Sc. 39:215—228, April, 1959.
25. Knott, D. R.: The inheritance of rust resistance. VII. The inheritance of resistance to races 15B and 56 of stem rust of eleven common wheat varieties of diverse origin. — Can. Jour. Pl. Sc. 41:587—601, July, 1960.
26. Krull Ch. F. et al.: Results of the third New East American Spring Wheat Yield Nursery, 1963—1967. CIMMYT, Research Bull. No. 5, Nov. 1966.
27. Krull Ch. F., J. Narvaez, N. E. Borlaug, J. Ortega, G. Vazquez, R. Rodriguez and C. Meza: Results of the Fourth Inter-American Spring Wheat Yield Nursery 1963—64, CIMMYT, Research Bull. No 7, March, 1967.
28. Kump, M.: Genetska istraživanja genusa bastarda *Triticum vulgare* x *Secale cereale* (JAZU, rad 317:97—154, 1959).

29. Larson Ruby I.: Cytogenetics of solid stem common wheat. I. Monosomic F₂ analysis of the variety S—615. — *Can. Jour. Botany* Vol. 37:135—156, 1959.
30. Larson, R. I. and McDonald M. D.: Cytogenetics of solid in common wheat II. Stem solidness of monosomic lines of the variety S—615. — *Can. Jour. Botany* Vol 37:366—378, 1959.
31. Larson, R. I. and McDonald, M. D.: Cytogenetics of solid in common wheat. V. Lines of S—615 with whole chromosome substitutions from Apex. — *Can. Jour. Genet. Cytol.* 8:64—70, 1966.
32. Law, C. N.: Biometrical analysis using chromosome substitutions within a species (In *Chromosome manipulations in plant genetics*. Edited by R. Riley and K. R. Lewis Suppl. *Heredity* 20:59—85, 1965.
33. Law, C. N.: The location of genetic factors affecting a quantitative character in wheat. — *Genetics*, 53, 3:487—498, 1966.
34. Martinić, Z.: Klimatske prilike i prezimljenje pšenice na pokusnom polju u Botincu 1959—1960 godine. — *Agr. glasnik* br 11—12:561—573, 1960.
35. Martinić, Z.: Reakcija najznačajnijih kod nas kultiviranih sorti pšenice Tr. vulgare na jarovizaciju i fotoperiod. — (Disertacioni rad, Zagreb, 1964. (neobjavljeno).
36. Martinić, Z.: Response of various genotypes common wheat to shortened photoperiod in natural environment of spring sowing. *Savr. poljoprivreda* br. 11—12:585—600, 1966.
37. Martinić, Z.: Genetske osnove i varijabilnost svojstva ozimosti sorti pšenice Tr. aestivum ssp. vulgare. — *Savr. poljoprivreda* br. 6:513—529, 1967.
38. Miladinović, N.: Ispitivanje sortimenta ozime pšenice za visoko priplaninska područja. — *Savr. poljoprivreda* br. 2:127—131, 1961. g.
39. Miladinović, N.: Otpornost ozime pšenice prema zemljišnoj suši u zavisnosti od osobina sorti i faza njihovog porasta i razvića. — *Savr. poljoprivreda* 11—12:135—144, 1966.
40. Milohnić, J.: Određivanje stepena otpornosti pšenice protiv hladnoće. — *Savr. poljoprivreda* br. 10:740—749, 1962.
41. Milohnić, J.: Problems in hybrid wheat research. — *Savr. poljoprivreda* br. 11—12, 1966.
42. Milohnić, J.: Hoterozis i korištenje hibrida u proizvodnji pšenice. — *Agronomski glasnik* br. 1/1967.
43. Miržinski, J. i M. Janković: Manifestacija heterozisa kod nekih hibrida pšenice. — *Savr. poljoprivreda* br. 3:247—268, 1966.
44. Miržinski, J. i Z. Jeterović: Proučavanje osipanja pšenice. — *Savr. poljoprivreda* br. 11—12:177—188, 1966.
45. Mišić, T.: Ispitivanje stranih sorti pšenice u makro-ogledima na teritoriju Vojvodine u 1959/60 god. — *Savr. poljoprivreda* br. 5:402—414, 1961.
46. Mišić, T.: Ispitivanje stranih sorti pšenice u makro-ogledima na teritoriju Vojvodine u 1960/61 god. — *Savr. poljoprivreda* br. 11:1095—1103, 1961.
47. Mišić, T.: Istraživanja otpornosti prema zimi raznih genotipova pšenice i njen utjecaj na prinos. — *Savr. poljoprivreda* br. 2. posebno izdanje, Novi Sad, 1965.

48. Mišić, T.: Otpornost prema niskim temperaturama u vezi sa etapama organogeneze klasa kod nekih genotipova pšenice. — Zbornik radova 1965. god. Novi Sad, 1965.
49. Mišić, T.: Genetics of resistance to low temperatures in wheat crosses. — Savr. poljopr. br. 11—12:119—134, 1966.
50. Mišić, T.: Modus nasljeđivanja otpornosti prema niskim temperaturama pšeničnih hibrida F₂-generacije između sorte Bezostaja 1 i sorti iz područja sredozemne klime. — Zbornik radova 1966. god. Sv. 4:5—20, Novi Sad, 1966.
51. Mišić, T.: Uticaj izmrzavanja biljaka na neke kvantitativne osobine sorti pšenice iz područja Mediterana. — Zbornik radova 1967. god. Novi Sad, 1967.
52. Momčilović, V.: Proučavanje izvora otpornosti u cilju izbora donatora u oplemenjivanju na otpornost prema *Puccinia recondita tritici*. — Savremena poljoprivreda. br. 11:871—880, 1967.
53. Momčilović, V.: Differences in the mode of the inheritance of resistance to races 77 and 61 *Puccinia recondita tritici* in common wheat crosses. — Savr. poljopr. 11—12:353—356, 1966.
54. Morris, R. and E. R. Sears: The cytogenetics of wheat and its relatives. In wheat and wheat improvement. 19—88, Madison, Wisc. USA, 1967.
55. Morrison, J. W.: The monosomic analysis growth habit in winter wheat. — Z. Vererbungslehre 91:141—151, 1960.
56. Pereković, V.: Neki rezultati sortno-gnojidbenih pokusa sa talijanskim sortama pšenice u Maksimiru. — Agr. glasnik br. 11—12:588—599, 1960.
57. Piech, J.: Monosomic and conventional genetic analysis of semi-dwarfism and grass-clump dwarfism in common wheat. — Eucarpia meeting Wageningen, October 23—27, 1967.
58. Potočanac, J. i Dj. Regan: Pšenica. Proizvodni pokusi u ratarstvu 1958. godine. — P. S. K. Hrvatske, Zagreb, 1959.
59. Potočanac, J.: Rezultati ispitivanja ozimosti talijanskih sorata pšenice u 1956/57. — Bilten poljopr. poduzeća Hrvatske 15:1—6, 1957.
60. Potočanac, J. i N. Miladinović: Istraživanja ozimosti i otpornosti prema niskim temperaturama talijanskih sorti pšenice. — Savr. poljoprivreda br. 11:859—872, 1960.
61. Potočanac, J. i V. Špehar: Inheritance of resistance to races 17 and 21 of stem rust in wheat. — Savr. poljoprivreda br. 11—12:329—339, 1966.
62. Popović, A., Zečević, Lj., Maksimović, D. i Kuburović, M.: The effect of gamma irradiation on the increase of genetic variability in some wheat varieties. — Contemporary Agriculture, 11—12:283—297, 1966.
63. Popović, A.: Nasljeđivanje otpornosti pšenice prema mrazu. — Zbornik radova poljoprivrednog fakulteta, god. XI. br. 348, Beograd, 1963.
64. Popović, A.: Proučavanje uticaja niskih temperatura na domaće i strane sorte pšenice. — Savr. poljopr. br. 6:441—455, 1964.
65. Riley, R. and G. Kimber: The transfer of genetic variation to wheat. — Depart. Pl. Breed. Inst. Cambridge 1964—65:6—36, 1966.

66. Riley, R.: Cytogenetics and wheat breeding. — Savr. poljoprivreda 11—12, 107—117, 1966.
67. Sarić, M.: Rezultati prve godine gajenja italijanskih sorti pšenice u širokoj proizvodnji na teritoriju AP Vojvodine. — Savr. poljoprivreda br. 2:103—115, 1959.
68. Smiljaković, H.: Proučavanje biologije, ekologije i suzbinjanja *Erysiphe graminis* D. C., parazita pšenice u SR Srbiji. Zbornik radova Zavoda za strna žita u Kragujevcu God. I. Sv. 1:5—76, 1966.
69. Šenborn, A. i sur.: Hlebne vrednosti visokorodnih pšenica. — Zadruga knjiga, Beograd, 1959.
70. Šenborn, B., Šenborn, A. i D. Jelenić: O kvalitetu visokorodnih sorti pšenice. — Savr. poljoprivreda br. 10:571— , 1962.
71. Španring, J. i sodelavci: Introdukcija kmetijskih raslin-predizbora. Izveštaj, Ljubljana, 1966. (neobjavljeno).
72. Špehar, V.: Otpornost talijanskih sorata pšenice prema crnoj žitnoj rđi (*Puccinia graminis* var. *tritici*) na zapadnom području Jugoslavije. — Savr. poljoprivreda br. 5:445—454, 1961.
73. Tavčar, A.: Genetics research for combination proceeding of useful characteristics through hybridisation of some hexaploids with Yugoslav ecotypes of tetraploid wheat. G. Mendel Memorial Symposium, Brno, 1965.
74. Tavčar, A.: Sorte i ekotipovi *Tr. turgidum* s Pelješca i njihovi prirodni i eksperimentalni hibridi. — JAZU, Vol. II. 1960.
75. Tavčar, A.: Korisne mutacije proizvedene radijacijom gama zracima kod nekih specijesa pšenice. — Arhiv za polj. nauke 50:20—33, 1962.
76. Tavčar, A. and V. Kendjelić: The use of valuable radiation mutations of some ecotypes of *Triticum turgidum* for combination breeding with *Triticum aestivum* ssp. *vulgare*. — Savr. poljoprivreda 11—12:203—220, 1966.
77. Verbalov, T.: Rezultati makro-ogleda sa stranim i domaćim sortama pšenice u periodu 1957—1960 godine u Šumadiji. — Savr. poljoprivreda br. 9:894—906, 1961.
78. Wehrhahn, C. and Allard, R. W.: The detection and measurement of effects of individual genes involved in the inheritance of a quantitative character in Wheat. — Genetics No 51:109—119, 1965.