

Mr Ivan Kolak, dipl. inž.  
Poljoprivredni centar Hrvatske

## Stanje, problemi i mogućnosti proizvodnje tritikalea

### 1. Nastanak tritikalea

*Tritikale* je nova vrsta žita, stvorena križanjem pšenice i raži. U dalekoj prošlosti vjerovatno je dolazilo u slobodnoj prirodnoj populaciji do međusobnih križanja među vrstama: *Triticum*, *Secale*, *Aegilops*, *Agropyrum*, *Ermopyrum*, *Haynaldia* i dr. Njihovi križanci su bili sterilni pa nisu imali nikakvu praktičnu vrijednost za čovjeka. Stoga u dalekoj prošlosti nije bilo interesa za »selekciju« ove vrste.

Prvo znanstveno-stručno saopćenje o nastanku sterilnih hibrida između pšenice i raži dao je Wilson 1875. na znanstvenom skupu u Edinburgu. Ta je informacija zainteresirala mnoge znanstvene radnike iz cijelog svijeta, pa je već 1891. Rimpman obavijestio agronomsku znanost da je dobio fertilni oblik *tritikalea*. Rad je na tome nastavljen, pa je 1935. Lindšaun potvrdio nastanak fertilnih oblika u križanjima između rođova *Triticum* i *Secale*. 1939. god. Oler i Müntzing ustanovili su da je hibrid R-56 kromozomski amfidiploid.

Značajnije rezultate objavio je Merister 1918. On je na Saratovskoj selekcijskoj stanici zapazio 20% hibridnih biljaka koje su nastale slobodnim križanjem između pšenice i raži na polju. Naime, na istom polju uzgajane su sorte (rane) pšenice i raži u suhoj klimi. U takvim uvjetima pšenice je imala značajno veći postotak otvorene cvatnje, što je bio razlog da polen stranooplodne raži, nošen vjetrom, oplodi pšenicu. Tako je došlo do spontane hibridizacije između pšenice i raži. Tijekom razvoja embrija došlo je do poremećaja u mejićkoj diobi (nepodudarnost kromozomskih roditeljskih gena) pa su biljke F<sub>1</sub> generacije bile sterilne. Međutim, povratnim

križanjem biljaka  $F_1$  generacije dobiven je veliki broj fertilnih potomstava. Nisku fertilnost  $F_1$  generacije uvjetovalo je inhibitorno djelovanje inbridinga genoma raži. Poznate su tri vrste kulture *tritikale*: oktoploidni, heksaploidni i tetraploidni oblik. Oktoploidni i heksaploidni *tritikale* su amfidiploidni hibridi između heksaploidnih i tetraploidnih pšenica i raži.

Švedski znanstvenik Müntzing čitav svoj život posvetio je proučavanju *tritikalea*. Dobivši oklaploidni *tritikale* izvršio je križanje između tetraploidne pšenice i *Tr. turgidum*.

Potomstvo križanja oplodio je polenom *Tr. aestivum* te je dobio trostruki hibrid sa 42 kromosoma i genomima *Tr. durum*, *Tr. aestivum* i *Secale*. Kasnije su brojni autori: Giorgi, Šulindin, Bourdet, Antran i dr. križance između pšenice i raži, dakle  $F_1$  generaciju, križali sa *Tr. durum*, pa su dobili trojni hibrid. Ove i druge kombinacije danas se, osim u dobivanju *tritikalea*, koriste i za dobivanje ozimih *Tr. durum* pšenice. U svom daljem radu Müntzing je objasnio nastanak *tritikalea* sa 56 kromosoma. Naime, haploidni hibrid (križanac između pšenice i raži) ima svojstvo udvostručenja broja kromosoma. U različitim kombinacijama križanja oktoploidnih *tritikalea* (različitog genetskog porijekla) u  $F_3$ , 4, 5, 6... mogu se izdvojiti fertilniji oblici u odnosu na roditeljske kombinacije. Na taj se način koriste samo fertilniji oblici raži, odstranjuje štetnost inbridinga te povećava fertilnost *tritikalea*. Po nekim autorima (Donini, Giorgi i dr.) heksaploidni *tritikale* ima veću praktičnu vrijednost jer daje veće prinose nego oktoploidni *tritikale*. Isti autori daju prednost tetraploidnom *tritikaleu* u odnosu na oktoploidni i heksaploidni.

Primjenom kolhicina za udvostručenje kromosoma kod pšenično-raženih hibrida, te primjenom kulture embrija, ubrzani su radovi na programu *tritikalea* u cijelom svijetu. O'Mara je 1947. križao *Tr. durum* sa *Secale* i dobio heksaploidni oblik koji je dao novu osnovu razvoja *tritikalea* u svijetu. Larter, Kiš, Sančes i dr. vršili su križanja između tetraploidnih pšenica pa su dobili heksaploidni oblik *tritikalea*. Prve radove o *tritikaleima* u Jugoslaviji objavili su Tavčari i Kump 1952. u kombinaciji križanja *Tr. dicoccoides* sa *Secale cereale*. Potomstvo iz ovog križanja korišteno je za dobivanje kvalitetne sorte pšenice *Mirna*.

U Mađarskoj je značajan doprinos razvoju *tritikalea* dao Kiš 1954. On je dao dvije prve sorte *tritikalea* — No 57 i No 64, koje su sijane na pjeskovitim tlima. Ove sorte su imale značajno veći postotak bjelančevina (5%) ali je njihovo brašno bilo slabijih pecivih svojstava.

## 2. Stanje u razvoju tritikalea od 1960-1980.

Na stvaranju *tritikalea* radi se u tri pravca: Stvaranje ozimih sorata za ishranu ljudi, za ishranu stoke i za industrijsku preradu; Stvaranje jarih sorata za ishranu stoke i za industrijsku preradu i stvaranje fakultativnih sorata za ove tri namjene.

Ozimim *tritikalei* imaju znatnu prednost nad proljetnim, jer oni daju veće prinose. Stvaranje ranozrelih sorata *tritikalea* neutralne reakcije na dužini dana koji se mogu križati sa patuljastim (*dwarf*) tipovima pšenice sljedeći je značajni napredak u razvoju *tritikalea* (Larter, Evans i Giorgi). Na taj način može se povećati sklop biljaka kao jedan od preduvjeta prinosa. Od 1960. usvojeni su intenzivni programi na stvaranju *tritikalea* u SSSR-u, Meksiku, Kanadi, Istočnoj i Zapadnoj Njemačkoj, Francuskoj, Italiji i nekim drugim zemljama.

SSSR ima dugu tradiciju rada na programu *tritikalea*. 1980. Šulindin je objavio rezultate dobijene sa Amfidiploidom-201 i Amfidiploidom-206. Taj autor je 1979. dobio sa navedenim sortama 94 dt/ha zrna sa 500-600 dt/ha zelene mase. Ovi rezultati ohrabрили su proizvođače pa su sa 25 000 ha u 1977. godini povećali površine na 350 000 ha u 1980, sa trendom povećanja u narednom periodu. Na taj način SSSR je po površinama najveći proizvođač *tritikalea* danas u svijetu. Navedeni amfidiploidi veoma su otporni prema niskim temperaturama a amfidiploid-206 koriste skoro svi selekcioneri za stvaranje *tritikalea* sa visokom otpornošću prema zimi i povećanja sadržaja bjelančevina u zrnu. Ovaj materijal ima u križanju sa drugim vrstama, izvanrednu kombinaturnu sposobnost, pa je prisutan u programima selekcije ozimih i fakultativnih *tritikalea*.

Program razvoja *tritikalea* u Meksiku započeli su 1964. Borlang i Zillinski. Oni uglavnom rade na proljetnom i fakultativnom *tritikaleu*. Ovaj program je internacionalnog karaktera jer se testiranja materijala odvija na 42 lokacije u 30 zemalja svijeta. Prinosi sa proljetnim i fakultativnim *tritikaleom* na nivou su prinosa pšenice (koji su standardi) za svaku zemlju posebno. Ovo je trenutno najveći program na svijetu proljetnih i fakultativnih *tritikalea*. Zillinski 1979. ukazuje na negativno djelovanje kromosomske supstitucije pri ishrani i nalivanju zrna. Za heksaploidne *tritikale*, autor preporuča zamjenu kromosoma raži sa kromosomima pšenice. On je na taj način dobio najfleksibilniju i najrodniju sortu *tritikalea* (*Armadilo*). U nje je, dakle, par kromosoma raži zamijenjen parom kromosoma genoma D pšenice. Treba naglasiti da dosadašnja istraživanja potvrđuju da su sorte i linije kod kojih nema zamjene kromozoma genoma D pšenice fleksibilnije na različite klimatske faktore.

Značajnu osnovu novijeg razvoja *tritikalea* u Zapadnoj Njemačkoj dao je Krolv. Kao citogenetičar razmatrajući zavisnost

citološkog poremećaja sa fertiilnošću dolazi do konstatacije da se učestalost aneuploida može smanjiti izborom visokofertilnih biljaka za kasniji izbor unutar linija. Svakako je najvrednije dostignuće K r o l o v a tetraploidni *tritikale* nastao križanjem *Tr. monococcum* sa *Secale cereale*. Tetraploidni *tritikale* dobiven iz ove kombinacije križanja ima konstituciju genoma BBRR i AARR sa izvršnom kombinatornom sposobnošću.

U Francuskoj na programu ozimih *tritikalea* intenzivno rade Aufran i Oettler sa suradnicima. Generacijski materijali i već priznate sorte *Clercal*, *Clervix*, *Raboliot*, *Triton* i dr. imaju genetski potencijal iznad 90 dt/ha.

U Italiji na programima proljetnih, fakultativnih i ozimih *tritikalea* rade Donini i Giorgi. Autori ističu da sa svojim linijama i sortama (*Mizar* i dr) u centralnoj i sjevernoj Italiji postižu prinos iznad 85 dt/ha.

### 3. Problemi u selekciji tritikalea

Problemi koji prate razvoj *tritikalea* mnogostruki su. Najznačajniji su neispunjenosti zrna i smanjena hektolitarska težina, visine biljaka, njihova koncentracija, takođe biljne bolesti i štetočine, problem konstitucije (izgleda) *tritikalea*, problem bolesti *tritikalea* i drugo.

Osnovni problem koji prati selekciju *tritikalea* jeste šturost zrna, smanjena težina 1 000 zrna i smanjena hektolitarska težina. U novijoj selekciji ovi se problemi rješavaju zamjenom para kromosoma raži sa parom kromosoma genoma D pšenice u normalnim klimatskim uvjetima uzgoja. U ekstremnim pak uvjetima uzgoja (niske temperature, golomrazice i suša) koriste se materijali sa kompleksnim kromosomom raži otpornim na dotične uvjete.

Rod *Secale* dominantno unosi visinu u križanac između pšenice i raži. Heksaploidni, ranozreli tip *tritikalea* sa neutralnom reakcijom na dužinu dana križa se sa patuljastim tipovima pšenice i na taj način skraćuje mu se stabljika. Tako su dobivene sorte *tritikale* sa 80-100 cm visine, koje omogućavaju sklop od 500-700 klasova po m<sup>2</sup> visoke produkcije klasa (iznad 1 g po klasu). Time se postižu visoki prinosi, iznad 94 dt/ha.

U svom prvobitnom nastanku *tritikale* su izgledom bili bliže raži nego pšenici. Listovi su im bili dugački, široki i spuštjeni uz stabljiku, a klas dugačak, pri osnovi širok a pri vrhu uzak, sa velikim brojem sterilnih klasića. Suvremeni *tritikale* izgledom više odgovara pšenici nego raži ili se nalazi između njih. Listovi su im poludugački ili kratki, uski i poluuspravni ili uspravni. Dakle, postavljeni su tako da što manje zasjenjuju donje listove i da imaju što produktivniju fotosintetsku površinu. Osim toga, klas je starijih oblika neravnomjerno gubio klorofil u odnosu na list i stabljiku. Nove

sorte imaju klas čija se fotosintetska aktivnost gubi ravnomjerno sa gubljenjem fotosintetske aktivnosti listova i stabljike. Dakle, kad vegetativni dijelovi biljke izgube fotosintetsku aktivnost, gubi je i klas, što utječe da svi klasići u klasu sazrijevaju ravnomjerno.

Problem steriliteta *tritikalea* svodi se na njegovo otkrivanje i učestalost. Jedna grupa autora smatra da je fertilitet *tritikalea* vezana za promjene koje nastaju u mejotičkoj diobi koju uzrokuje genom raži, dok druga grupa autora sterilitet pripisuje genomu pšenice. Proučavajući ovaj problem kod pšenice, *tritikalea* i raži, K a l t s a j k s i B e r t ustanovili su da je zbog dužine kromozoma raži mejotička dioba duža 1,5 puta nego pšenice. Prema tome su poremećaji u mejozi *tritikalea* vezani za razlike u vremenu odvajanja kromosoma pšenice i raži.

U programu selekcije *tritikale*, napose u njenom začetku, bolesti su predstavljale značajan problem. Različiti uzgojni uvjeti zahtijevaju različit pristup ovom problemu. S druge strane, otpornost *tritikalea* prema biljnim bolestima zavisi od otpornosti pšenice i raži prema tim bolestima, jer njih napadaju pretežno iste bolesti. Stoga je potrebno u procesu selekcije odabrati polazni materijal otporan prema biljnim bolestima. Kod linija i sorata *tritikalea* stvorenih do 1975. ozbiljan su problem predstavljale lisna i stabljična rđa. U novijim materijalima ovaj problem je uspješno riješen unošenjem dominantnog gena pšenice u *tritikale*, koja je rezistentna na *Puccinia graminis* sp. *tritici*, *Puccinia glumarum*, kao i na pepelnici — *Erysiphe graminis*.

Povratnim križanjem sa rezistentnim materijalom pšenice prema bolestima novonastale sorte *tritikale* prevazilaze po otpornosti prema bolestima roditeljske vrste pšenice i raži. Nove sorte *tritikalea* (*Mizar*, *Bokolo*, *Clercal*, *Clervik*, *Raboliot*, *Triton*, *Bacumi*, *Yorme*) imaju visoku otpornost prema pepelnici, rđi, fusariumu, snijeti i dr. U odnosu na pšenicu i raž, navedene sorte *tritikalea* značajno su otpornije u usporedbi sa pšenicom i raži kako u svijetu, tako i u nas (K o l a k, 1980).

Današnje zdravstveno stanje *tritikalea* sasvim zadovoljava (jer nadmašuje zdravstveno stanje i raži) ali će njihovo širenje i u svijetu i u nas pojačati infekciju bolesti i na ovoj kulturi. Stoga u skoro sve programe selekcije *tritikalea* intenzivno se radi na genetici imuniteta kako bi se kontinuirano rješavalo pitanje bolesti koje će predstavljati problem u dotičnom uzgojnom području.

#### 4. Mogućnosti proizvodnje tritikalea u svijetu i kod nas

Najveći proizvođači *tritikalea* su bili 1980. godine SSSR (sa 350 000 ha), SAD (80 000), Kanada (20 000), Meksiko (100 000), Fran-

cuska (70 000), Italija (150 000) ha. Prema tome je očigledan trend širenja *tritikalea* (1975. nekoliko desetina ha, a danas nekoliko tisuća). Prema FAO svijet će imati 1981. 1 000 000 ha pod ovom kulturom.

U našoj zemlji na programu *tritikalea* rade Institut za strna žita u Kragujevcu i Poljoprivredni centar Hrvatske u Zagrebu. U Kragujevcu se radi na dobivanju heksaploidnih *tritikalea* sa 42 kromosoma a u Zagrebu na heksaploidnim, oktaploidnim i tetraploidnim *tritikaleima*. Radeći na programu introdukcije i selekcije ozimih tvrdih pšenica koristeći međunarodni genofond: *Triticum*, *Secale*, *Aegilops*, *Agropyrum*, *Eremopyrum*, *Haynaldia* i dr., 1977. godine Vičić i Kolak su dobili kao »sekundarnu« selekciju nekoliko linija *tritikalea*. Nastavljajući ovaj rad dobivene su linije LT-180, LT-280, LT-380, LT-400, sa potencijalnom radnošću do 85 dt/ha u 1980. godini.

### REZULTATI VLASTITIH ISTRAŽIVANJA

Radi utvrđivanja osnovnih kvalitativnih i kvantitativnih svojstava odabranih sorata *tritikalea* i vodećih domaćih pšenica, postavili smo sorte pokuse na eksperimentalnoj ekonomiji Poljoprivrednog centra Hrvatske u Zagrebu 1978/79, 1979/80. i 1980/81.

Tab. 1. Rezultati prinosa zrna u dt/ha i sadržaja bjelancevina u %

R. br.	Sorta	Prinos u dt/ha		Prosjeak 1979-1980.	Relativni prinos prema		Prosječni sadržaj bjelancevina u %
		1979.	1980.		$X_{12}=100$	$X_1=100$	
1.	Mizar	52,36	56,42*	54,39	102,76	99,89	12,66
2.	Bokolo	53,42	52,02	52,72	99,60	96,82	14,28
3.	Clercal	58,03*	56,47*	57,29	108,23	105,21	14,14
4.	Clervix	54,46**	58,88**	61,67	116,51	113,28	16,44
5.	Raboliot	54,32	51,06	52,69	99,54	96,77	13,6
6.	Tritori	56,46	50,12	53,29	100,68	97,87	14,2
7.	Bacumi	53,04	50,40	51,72	97,71	94,99	13,10
8.	Triticor	49,90	50,78	50,34	95,11	98,07	12,91
9.	Yoreme	46,40	54,44	50,42	95,26	92,60	12,63
10.	Diverses	55,06	56,63*	55,84	105,50	102,55	12,58
11.	Baranjka (pš)	62,38**	58,14**	60,26	113,85	110,67	11,02
12.	NS rana 2 (pš)	55,44	50,42	52,93	100,00	97,21	11,36
	X	55,10	53,81	54,45		100,00	
	LSD 5%	2,26	2,12				
	1%	3,92	3,77				

Rezultati istraživanja u tab. 1 prikazuju da je 1979. godine najniži prinos ostvaren sa *Yoreme* (46,40 dt/ha) a najveći sa *Clervix* (64,46 dt/ha).

U 1980. godini najniži prinos ostvaren je u sorte *Triton* (50,12 dt/ha) a najveći u sorte *Clervix* (58,88 dt/ha). U odnosu na *NS ranu-2* sorta *Mizar* je dala 2,76<sup>0/0</sup>, *Clercal* 8,23<sup>0/0</sup>, *Clervix* 16,51<sup>0/0</sup>, *Triton* 0,68<sup>0/0</sup>, *Diverses* 5,50<sup>0/0</sup> i *Baranjka* 13,85<sup>0/0</sup> veći prinos. U odnosu na prosjek pokusa: *Clercila* je dala 5,21<sup>0/0</sup>, *Clervix* 13,26<sup>0/0</sup>, *Diverses* 2,55<sup>0/0</sup> i *Baranjka* 10,67<sup>0/0</sup> veći prinos.

Prema sadržaju bjelančevina, sve sorte *tritikalea* dale su 1,43 do 5,42<sup>0/0</sup> više u odnosu na *Baranjsku* ili 1,22 do 5,00<sup>0/0</sup> više u odnosu na *NS ranu-2*.

Neke od navedenih sorata prijavljene su za redovan postupak priznavanja, a komercijalno sjeme *tritikalea* možemo očekivati već 1983. godine. Navedeni rezultati istraživanja pokazuju da danas u svijetu postoje *tritikalei* koji daju isti ili veći prinos u odnosu na naše domaće sorte pšenice, sa značajno većim sadržajem bjelančevina. Navedeni *tritikalei* ovim što imaju visok sadržaj bjelančevina posjeduju i visoku koncentraciju esencijalnih aminokiselina (lizin) kao i povoljan odnos bjelančevina i esencijalnih aminokiselina za pekarsku industriju.

Osim navedenog pokusa u 1980/81. godini, osim pokusa sortne komisije, vode se još dva pokusa u Hrvatskoj, dva u Vojvodini a po jedan u Makedoniji i Bosni i Hercegovini.

*Tritikale* je vrlo plastično žito jer podnosi najekstremnije uvjetu — sušu, nisku temperaturu, kiselo i alkalno tlo (pH 4 — pH 7) — na što druga žita znatno reagiraju, ili se ne mogu uzgajati — pjeskovita i teška tla i sl. Uzgaja se čak i na Himalajima. S obzirom na navedeno, i tehnologija uzgoja *tritikalea* bit će različita u različitim uzgojnim uvjetima i diferentna na svaku sortu. U našoj zemlji *tritikale* se mogu uzgajati u svim uzgojnim područjima ozimih i proljetnih žita.

Kako u intenzivnoj, tako i u manje intenzivnoj proizvodnji (brdsko-planinski sistemi) bit će potrebno utvrditi optimalne sklopove, ishranu (posebno N), kako bi genetski potencijal sorte došao do izražaja. *Tritikale* je ne samo novo žito nego i kultura budućnosti, zajedno sa pšenicom, kukuruzom i ječmom.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodnog izlaganja možemo izvesti slijedeći zaključak:

1. *Tritikale* je nova vrsta žita.

2. Razvojni programi stvaraju ozime, proljetne i fakultativne forme za ljudsku i stočnu ishranu i za industrijsku preradu (pahuljice).

3. Postoje svi preduvjeti za uzgoj *tritikalea* u našoj zemlji, čiji je prinos na nivou prinosa domaćih sorata pšenice sa znatno većim sadržajem bjelančevina.

4. *Tritikaleu* pripada budućnost u širenju površina, prinosima i kvaliteti.

#### LITERATURA

- Allard, R. W. 1960: Principles of Plant Breeding, New York.
- Gair, R. 1972: Cereal pest and diseases, New York.
- Čilinski, F. 1975: Tritikale, izučenie i selekcii, Moskva.
- Cvetkov, S. 1976: Životnorodstvo, Moskva.
- Donald, C. M. 1968: The design of wheat ideotype, Canberra.
- Kiš, A. 1957: Triticale, izučenie, selekcii, Moskva.
- Krolov, K. 1976: Triticale, izučenie i selekcii, Moskva.
- Kolak, 1981: Triticale — novi program proizvodnje sortnih žitarica, Polj. kal. Zagreb.
- Oettler, G. 1979: Triticale — Probleme und gegenmärtiger Stand der Züchtung Die Mühle und Mischfutter.
- Donini, B. 1980: Considerazioni sulla situazione varietale delle specie agrarie e sull'impiego di sementi certificate in Italia nell'ultimo decennio, II-constituione e diffusione delle varietà nelle diverse specie C. N. E. N, Roma.
- Giorgi, B. 1980: Prospettive della mutagenesi e della citogenetica per il miglioramento quanti qualitativo dei cereali: frumento duro, tenero, triticale, orzo. C. N. E. N. Roma.
- Ramage, R. 1963: Chromosome aberrations and their use in genetics and breeding — translocations, Wageningen.
- Tavčar, A. 1952: Osnovne genetike, Zagreb.
- Šulindin, A. 1980: Genetičke osnove dobijanja ozimih Triticale i njihovo uvođenje u proizvodnju, Vestnik seljskoh nauki No 1, Varšava.