

PRIKAZI IZ LITERATURE

Dr Mirko Korić,
Zagreb

O HIBRIDNOJ PŠENICI (informativni prikaz)

Hibridni kukuruz je općenito poznat i uvelike se sije u praksi. Manje je poznata »hibridna pšenica« (Hybrid Wheat) iako se u zadnje vrijeme o njoj dosta govori. Kako su istraživanja hibridne pšenice nedavno počela, sasvim je razumljivo da većini agronoma nisu poznati ni osnovni elementi na kojima se zasniva njezina proizvodnja. To me je potaknulo da napišem ovaj kratki informativni prikaz.

Veliki uspjeh koji je postignut s hibridnim kukuruzom stimulirao je nastojanja da se i kod drugih kultura nastoji iskoristiti heterotični efekat (heterotični vigor) za povećanje prinosa. Danas se većina sirka, šećerne trske, šećerne repe i drugih kultura sije s hibridnim sjemenom, pa krmno bilje, povrće i voće, a u zadnje vrijeme i hibridne šume. Zato i nije čudo da se počelo ozbiljno pomišljati i na hibridnu pšenicu, jer je najopširnija i najvažnija poljoprivredna biljka.

Dok je proizvodnja hibridnog sjemena kukuruza tehnički relativno jednostavna, laka i ekonomična, kod pšenice je tehnički neusporedivo teža i zato je u početku bilo mnogo skeptika, pesimista ali i optimista. Uz današnji silni i dinamični razvoj nauke, pogotovo biologije i tehnike, više je na mjestu optimizam nego pesimizam. Zato je svakako umjesno da se i u Jugoslaviji počelo naučno raditi na hibridima pšenice.

Što je hibridna pšenica

Heterozis, heterotični efekat, kod hibridnoga kukuruza je toliko poznat da o tome nije potrebno govoriti. Kako se riječ »hibrid« kod pšenice često neispravno upotrebljava, želio bih u tom pogledu nešto istaknuti. Istraživači koji su prvi ispitivali križanja bilja nazvali su taj proces hibridacijom, a potomstvo dobiveno križanjem »hibridima«. Kod toga se podrazumijevala samo prva generacija F₁ nastala ukrštanjem dvaju različitih roditelja. To je svakako ispravan izraz.

Još prije sto godina nove sorte pšenice su dobivene isključivo selekcijom od domaćih populacija. Čim su počeli križati međusobno različite roditelje i selekcijom iz dobivenog potomstva stvarati nove sorte, često su ih nazivali »hibridima«. To je bio posvema neispravan izraz, jer su ovakve sorte homozigotne i ne cijepaju se. Ništa ne mijenja činjenica što su nastale križanjem dviju sorata, jer je to u prirodi normalan proces. Još i danas kod nas ima selekcionera koji svojim novim soratama daju imena »hibridi«, iako su to čiste homozigotne linije. U USA, ispravno, hibridima zovu samo potomstvo prve generacije F₁, nastalo križanjem dvaju različitih roditelja, a koje se u F₂ cijepa. Prema tome su i pšenici nastaloj na taj način dali naziv »hibridna pšenica«. Kod nje se osim produktivnog potencijala pozitivnih gena iskorištava još i heterotični efekat hibridizacije.

Heterotični vigor kod pšenice

Svaki selekcioner koji je križao različite sorte bio je često iznenađen napadnom bujnošću prve generacije, pogotovo zato što se redovno sije zrno dobiveno križanjem i pažljivo proučava. Mnogo puta je nailazio na silne bujne biljke i upravo napadno velike klasove. Svega toga je nestalo u daljim generacijama, pa su se pojavile uobičajene biljke s uobičajenim klasovima. Danas nam je poznato da je tome razlog heterotični vigor — heterozis.

Nakon vanrednih rezultata s iskorištavanjem heterozisa kod kukuruza i drugoga bilja, ova pojava kod pšenice je počela svraćati sve veću pažnju i pobuđivati sve veće nade. Precizna ispitivanja su ustanovila da nije rijetka pojava da prva generacija u prirodu natkriljuje roditelja i za 30 — 40%. Prema tome, ako bi uspjelo u praksi iskoristiti heterozis kod pšenice, moglo bi se računati s povećanjem od najmanje 20 — 30%, a to je mnogo ako se računa na velike površine.

Tehničke poteškoće iskorištavanja heterotičnog vigora kod pšenice

Već od prvog početka rada na heterozisu kod pšenice se ustanovilo da je praktično iskorištavanje uglavnom tehnički problem, zato što je proizvodnja heterotičnog sjemena teška, skupa i neekonomična. Ono se isprva dobivalo klasičnim metodama koje su se sastojale u tome što se svaki cvjetić pincetom kastrirao, izolirao, a onda ponovo oprašio očevim polenom. To se moglo nešto pojednostavniti tako da se majčin klas sam kastrirao i ostavio da se vjetrom opraši očevim polenom.

Zapreka je zapravo bilo samo kastriranje majčinog cvijeta, što je kod kukuruza posve jednostavno, jer se lako skidaju metlice. Iako je kastriranje kod kukuruza bilo tehnički lakoprovedivo ipak su nastojali da ga pojednostave. Otkrili su specijalne plazmagine muške sterilnosti koji steriliziraju muške cvjetove. Trebalo je samo taj plazmagen unijeti u majčinu biljku, koja tada ima samo normalne ženske spolne organe gynaecium, a sterilizirane muške spolne organe andraecium. Ovakva će se biljka u slobodnom automatski oploditi stranim polenom i dobit će se jednostavno hibridno sjeme. Kod kukuruza u radu na hibridnom sjemenu danas se sve više, a možemo reći gotovo isključivo, radi s plazmagenima muške sterilnosti.

Čim su ti plazmageni kod kukuruza otkriveni i čim su postignuti veliki rezultati u praksi, ponovno je pokrenut problem hibridne pšenice, ali sada na drugoj mnogo realnijoj biološkoj bazi. Trebalo je samo naći i kod pšenice plazmagen muške sterilnosti koji će biološki (ne tehnički) kastrirati najku, koja će se onda lako sama od sebe pomoću vjetra oprašiti stranim polenom.

Plazmageni muške sterilnosti kod pšenice

Nuklearni geni su ustanovljeni već početkom ovoga stoljeća. Oni su nosioci naslijeđa i locirani u jezgri (nucleus). Sistematski su otkrivani i istraživani pa je samo kod pšenice ustanovljeno nekoliko hiljada nuklearnih gena. Kad se kod oplodnje spoje jezgre oca i matere sastave se i njihovi geni, pa se pre-

ma tome svojstva nasljeđuju po materi i po ocu. Već u drugom deceniju ovoga stoljeća su otkriveni geni koji se nasljeđuju samo po materi i ustanovljeno je da se nalaze u plazmi i kod oplodnje se prenašaju samo plazmom. Zato su za razliku od nuklearnih gena nazvani citoplazmatski geni, kraće plazmatski geni ili jednostavnije plazmageni. Oni se kod oplodnje prenašaju samo majčinom plazmom. Vremenom je ustanovljen ogroman citoplazmatski sistem, gotovo isto tako obilat kao i genski sistem.

Između brojnih plazmagenâ otkriveni su kod raznogâ bilja i posebni koji steriliziraju muške spolne organe, to su tzv. plazmageni muške sterilnosti, koji se prenašaju samo po materi. Ako se u biljci nalaze takvi geni, tada ona ima samo normalno razvijene ženske spolne organe dok su muški sterilni. Iako se kod kukuruza relativno lako kastriraju majčine biljke skidanjem metlica ipak su otkriće tih gena obilno iskoristili u praksi, da proizvedu majčine biljke koje će imati normalno razvijen samo gyneceum. Ovakve biljke prepuštene naravnoj oplodnji donošaju hibridno sjeme.

Veliki praktični uspjesi s plazmagenima kod kukuruza potakli su istraživače da nađu analogne plazmagine kod pšenice, pogotovo zato što je najteži a i jedini problem kod proizvodnje hibridne pšenice bilo »kastiranje« muških cvjetova. Ne samo da je to težak posao nego i krajnje nerentabilan, jer se pšenice sije 10 puta više po ha nego kukuruza, i to oko 5—6 milijuna zrna po ha. Po klasičnim metodama bi se svako zrno moralo proizvesti rukom i pincetom. Dakle na toj osnovi se nije uopće moglo ni pomisliti na dobivanje heterotičnoga sjemena.

Konačno su i kod pšenice otkriveni plazmageni muške sterilnosti. Otkrili su ih Japanci još 1951. i to kod *Aegilops ovata*, jedne trave koja je srodna sa pšenicom i može se relativno lako s njome križati. Uspjelo im je prenijeti taj plazmagen u običnu pšenicu *T. vulgare* i dobiti linije sa steriliziranim cvjetovima. Godine 1955. su otkrili još jedan plazmagen muške sterilnosti kod neke vrste pira dvoredca (*T. dicoccum* — emmer) a 1958. jedan drugi ovakav gen kod druge vrste dvoredca. Godine 1961. su i Američani na Kansas State University otkrili novi plazmagen muške sterilnosti kod tetraploidne pšenice *T. tymopheevi* i unijeli ga u običnu pšenicu *T. vulgare*.

Uspostavljanje muške fertilnosti restorer

Čim je uspjelo naći plazmagen muške sterilnosti i unijeti ga u određenu sortu, bio je riješen tehnički problem masovne proizvodnje pšeničnih hibrida. Jednostavno se siju jedan pored drugoga red uz red izmjenično sterilizirana mati i običan otac-kombinator. Sa oca se vjetrom prenese polen na njušku matere i dobiva se heterotično zrno iz koga se razvije i heterotična biljka.

Stranooplodnja kod pšenice je već odavna poznata. Kad se isčupa peludnica prigodom kastriranja, tada se njuška silno razvije, izađe iz cvjetića i lovi vjetrom raznašani polen. To je prirodni prainstinkt jer su praroditelji današnje pšenice bili stranooplodnjaci koji su se oprašivali vjetrom. Ustanovljeno je da se na ovaj način kod kastriranih cvjetova dobije oko 70% oplodnje. Isto

se ustanovilo kad su red po red sijali steriliziranu mater sa običnom pšenicom. Prosječno se dobiva na 100 cvjetova oko 70 zrna, koja su bila normalno razvijena s heterotičnom klicom i koja su davala heterotičnu biljku tj. bili su pravi »hibridi«.

Cijeli taj proces, koji je tehnički ovako jednostavan, ipak nije i biološki jednostavan. Na ovaj način dobiveno sjeme daje, istina, heterotičnu biljku, ali ona ima u sebi i plazmogene muške sterilnosti, i prema tome ta bujna heterotična biljka sa silnim plodnim klasom kad je sijana u jednoličnom sklopu na veliko ne daje zrna, zato što nema polena.

Sličan problem se bio postavio i kod kukuruza kad su počeli raditi sa plazmagenima muške sterilnosti. Taj neugodan problem je bio kod kukuruza brzo riješen, jer su otkriveni drugi geni koji uspostavljaju mušku fertilitet i zato su nazvani »restorer« (zapravo »uspostavljač«). Ti su geni unašani u očinske partnere i hibridno sjeme je opet imalo normalan polen.

Ova iskustva sa kukuruzom potakla su pšeničare da nastoje i kod pšenice naći analogne gene »restorere«, zato što bi njihovo otkriće uklonilo i posljednju zapreku praktičnoj masovnoj proizvodnji pšeničnih hibrida. Sudbonosan preokret u tom radu bilo je otkriće gena restorera u pšenicama T. durum, T. dicoccum i T. Timopheevi u tetraploidnim pšenicama. Daljnji postupak je bio lagan. Trebalo je samo unijeti te restorere u očinskoga partnera, pa da se dobije masovno sjeme hibridne pšenice.

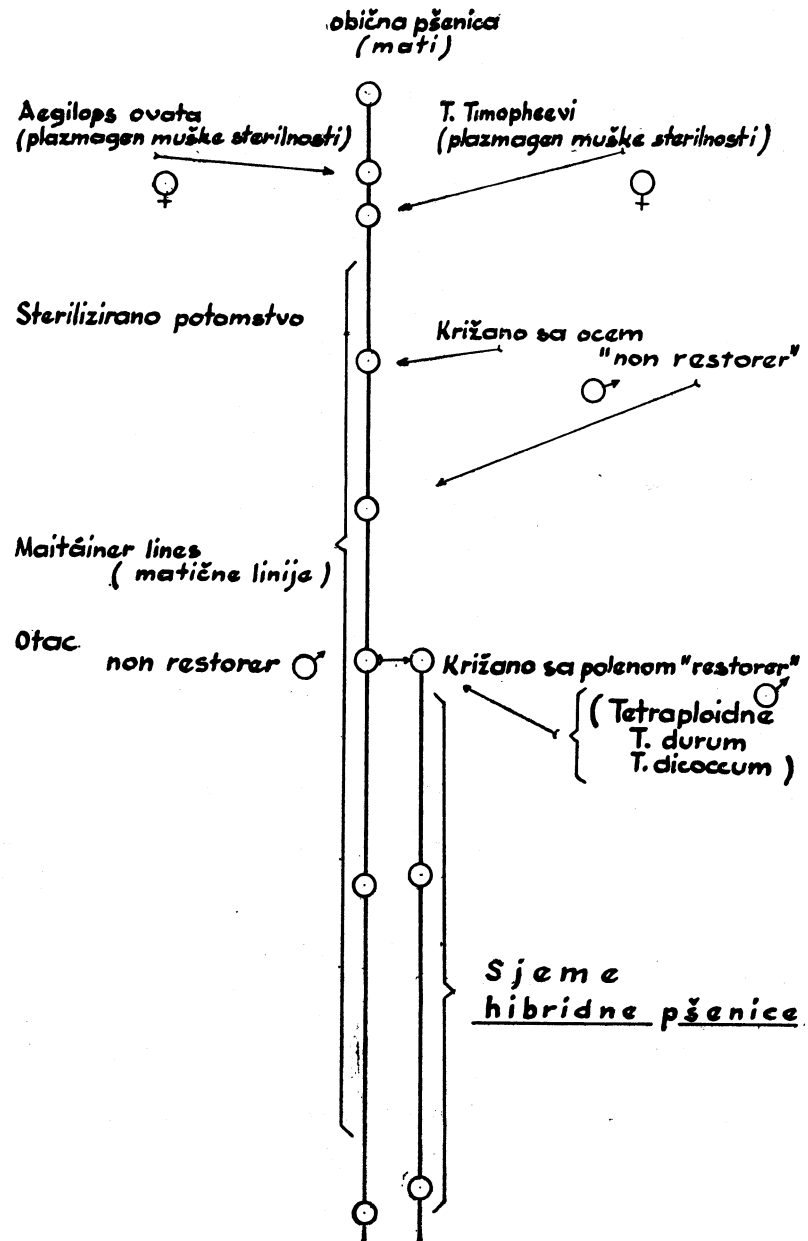
U staklenicima u naučnim istraživanjima je to potpuno uspjelo i time je stvorena baza za praksu. Treba samo naći dva partnera koji daju maksimalan heterotični efekat i u jednoga, koji će služiti kao majka, unijeti plazmagen muške sterilnosti, a u drugoga koji će služiti kao otac dominantan gen restorer. Sijani jedni pokraj drugih dat će oko 70% hibridnog sjemena koje će davati normalnu hibridnu biljku.

Maintainer-lines — matične linije

Napred smo naveli teoretski postupak biološkog dobivanja hibridne pšenice. U praksi je to ipak nešto kompliciranije. U majku se unesu plazmageni muške sterilnosti i ona sada služi kao »matična biljka« za daljnji rad. Kad ju križamo s ocem restorerom dobivamo normalnu biljku koja se normalno oporavlja. Za daljnji rad trebamo osim heterotičnoga sjemena još i matičnu steriliziranu biljku koju moramo dalje uzdržavati, radi dalje proizvodnje hibridne pšenice. Ovakvu pšenicu američani zovu »maintainer line«. Zato u sistem procesa proizvodnje »hibridne pšenice« moramo uključiti i uzdržavanje »matičnih« linija, pa moramo jedan dio majki određen kao »matične« biljke križati s običnom pšenicom koja nema gena restorera. Tako dobijemo linije, koje ne daju sjeme, jer su sterilne, ali koje križane s restorerima služe za dobivanje hibrida.

Cijeli taj dosta kompliciran proces prikazuje ova skica:

Š E M A
BIOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE HBRIDNE PŠENICE



Kao što se vidi cijeli problem dobivanja hibridne pšenice teoretski je vrlo dobro riješen i daje mnogo optimističnih nada za rentabilnu proizvodnju hibridnog sjemena. Glavno je da su biološke metode nadomjestile pincete, kastriranje i oprašivanje. Svakako je ostalo još dosta toga da se istraži, pa je otvoreno ogromno polje rada. Najvažnije je naći roditelje partnere-kombajnera koji će međusobno križani davati najveći heterotični efekat. U tom smjeru US ministarstvo poljoprivrede (USDA) je provadalo u Aberdeenu, Idaho, opsežne pokuse 1963—1964—1965 koji još nisu posvema analizirani.

Računa se da bi se mogli naći kombajneri koji bi davali za oko 30—40% više od najproduktivnijih sorata.

Budući da se nauka naglo razvija, pa je danas uspjelo postići ono što je još jučer izgledalo nevjerovatno, to je lako moguće da ćemo vrlo brzo u praksi na veliko sijati hibridnu pšenicu onako kao što sijemo hibridni kukuruz.