*HENRYK POTACZEK*
*Instytut Warzywnictwa — Skierniewice*
*Pracownia Hodowli Roślin*

# PROBLEM PRODUKCJI MIESZAŃCÓW HETEROZYJNYCH POMIDORÓW

## *WSTĘP*

Z roślin warzywnych dużą i wciąż wzrastającą popularnością cieszą się pomidory uprawiane na dużą skalę do bezpośredniego zaopatrzenia rynku i jako surowiec dla przemysłu przetwórczego. Nic też dziwnego, że na świecie i w Polsce istnieje tendencja do rozwijania i rozszerzania produkcji tej rośliny. Pomidor dobrze zaaklimatyzował się w Polsce i w sprzyjających warunkach wydaje wysokie plony, tym bardziej, że polecane i hodowane obecnie odmiany w coraz większym stopniu i coraz lepiej są przystosowywane do warunków glebowo-klimatycznych istniejących w naszym kraju.

W przyszłości coraz większego znaczenia nabierać będą mieszańce heterozyjne, które w większym stopniu niż odmiany ustalone są zdolne zadowolić wymagania zarówno producentów, jak i konsumentów. W prawidłowym wykorzystaniu efektu heterozji u pomidorów tkwią ciągle niewykorzystane szanse podniesienia jakości i ilości plonów pomidorów, z których może produkcja skorzystać. Jednak jak dotąd z możliwości, jakie daje nam uprawa $F_1$ hybrydów nie korzystamy w dostatecznej mierze i to z różnych przyczyn. Najważniejszą z nich, to brak własnej produkcji nasion oraz dostatecznego opracowania tego problemu.

Wprawdzie prace nad efektami heterozji prowadzone były już od 1948 r. w Katedrze Warzywnictwa SGGW w Skierniewicach pod kierunkiem prof. Chroboczka oraz w Zakładzie Warzywnictwa IUNG, ale badań w szerszym zakresie nie prowadzono. Poruszany temat stał się przedmiotem szczegółowych badań w Pracowni Hodowli Roślin Instytutu Warzywnictwa od 1968 roku. Chodzi o zbadanie różnych form sterylności u pomidorów i opracowanie taniego sposobu produkcji nasion mieszańcowych do produkcji szklarniowej. Prowadzone prace mają aspekt teoretyczny i praktyczny. Mając powyższe na względzie rozpatrzymy problemy heterozji u pomidorów w świetle literatury krajowej i światowej.

### *Biologia kwitnienia i owocowania*

Pomidor jest typową rośliną samopylną, a jego kwiaty w procesie ewolucji przystosowały się doskonale do tej roli pod względem morfo-

logicznym i fizjologicznym. Dodać tutaj trzeba, że w świecie roślinnym preferowane jest zapylenie krzyżowe (dyniowate, kapustne, szparagi) u roślin obcopylnych natomiast samozapylenie prowadzizwykle do osłabienia żywotności i produkcji potomstwa (np. kukurydza).

Nasuwa się teraz pytanie dlaczego u pomidora, rośliny typowo samopylnej nie dochodzi do spadku żywotności następnych pokoleń. Otóż, aby na to pytanie odpowiedzieć należy przyjąć, że w procesie ewolucji różnych form pomidora, które jak wiadomo przystosowały się do życia w bardzo różnych warunkach klimatyczno-ekologicznych środkowej i południowej Ameryki, wyeliminowane zostały w długotrwałym procesie kształtowania się tego gatunku formy z genami letalnymi i półletalnymi powodującymi zazwyczaj spadek płodności na korzyść innych nie wykazujących tych cech osobników. Na skutek długotrwałej naturalnej i kierowanej selekcji utrwaliły się typy o wysokim poziomie żywotności. Na poparcie tego stwierdzenia warto podać przykład obecnych uprawnych odmian, pochodzących z Ameryki, które mają większą skłonność do heterostylii — niż miało to miejsce u odmian pomidorów od lat selekcjonowanych w Europie.

Kwiaty pomidora są zwykle pięciodzielne i składają się z 5 zielonych działek kielicha, pięciu płatków korony cytrynowego koloru i pięciu zrośniętych na kształt rurki pręcików. Wewnątrz pręcików wyrasta cienki słupek z 2-komorową zalążnią. Opisany typ kwiatów występuje u uprawnego pomidora raczej rzadko (drobnoowocowe odmiany), a powszechnie u dzikich gatunków. U większości odmian liczba płatków korony i pręcików może być większa. Znamię słupka bywa także zrośnięte (odmiany wielkoowocowe). Pylniki pomidora otwierają się do wewnątrz. Ponieważ u odmian uprawianych w kraju słupki są krótkie i znajdują się wewnątrz okółka pręcików, z tego względu obcozapylenie jest w naszych warunkach klimatycznych bardzo utrudnione. Proces samozapylenia kwiatu zachodzi w momencie ich rozwijania się lub bezpośrednio potem. Owocem pomidora jest wielokomorowa jagoda.

W przyrodzie drogą spontanicznych mutacji albo przez działanie na nasiona czy rośliny niektórymi związkami chemicznymi lub też promieniami jonizującymi (63, 70, 73) powstają i pojawiają się spontanicznie użyteczne mutacje pomidorów dotyczące kwitnienia. Do najbardziej interesujących z punktu widzenia produkcji mieszańców heterozyjnych są mutacje dotyczące męskiej sterylności.

### *Typy męskiej sterylności u pomidorów*

#### Funkcjonalna sterylność typu John Baer

Po raz pierwszy jak podają Larson i Paur (62) wśród roślin odmiany John Baer zidentyfikowano w 1941 r. w USA mutanta posiadającego nie

znany typ sterylności. W toku szczegółowych badań opisano sposób dziedziczenia się tej nowej cechy, a gen warunkujący jej powstanie nazwąno *ps*. Sugerowano wtedy, że w grę wchodzi jedna para genów. Dopiero w późniejszych pracach Simonow (90, 91, 92) wykazał istnienie więcej niż jednej pary genów warunkującą sterylność odkrytą przez Larsona i Paura.

Na uwagę zasługuje także odkrycie tego samego typu funkcjonalnej sterylności przez Z. Tronickovą (98) u odmiany Vrbicansky nisky. Kwiaty tej formy mają normalny wygląd, ale pylniki otwierają się tylko sporadycznie w sprzyjających warunkach pod koniec okresu wegetacji i wówczas może nastąpić samozapylenie.

Opisywane formy pomidorów funkcjonalnie sterylne posiadają w pylnikach normalnie rozwinięty pyłek, który na skutek specyficznej budowy kwiatów nie może wydostać się z worków pyłkowych i zapylić je. Rośliny o takich kwiatach łatwo odróżnić od normalnych, bo płatki korony są tu na 2/3 ich długości zrośnięte z okółkiem pręcików. Ten typ sterylności, przydatny do krzyżowania, jest spotykany obecnie u szeregu odmian tak samokończących jak i wysokich, a to z tego powodu, że forma wyjściowa John Baer na skutek szeregu ujemnych cech nie nadawała się do produkcji $F_1$ mieszańców. Zgodnie z danymi Simonowa (90,91), który od szeregu lat pracuje nad tym zagadnieniem do 1970 r. przekazano gen *ps* do 16 nowych odmian. Ścisłe badania tego autora wykazały, że rośliny z genem ps nie są w pełni sterylne i że pod koniec okresu wegetacji, zależnie od warunków klimatycznych, pewna liczba kwiatów samozapyla się i powstają owoce z nielicznymi nasionami (od 2,7% u John Baer do 8,6% u odm. Vrbicansky nisky). Występowały tu więc duże różnice odmianowe; wyciągnąć można stąd wniosek, że użycie tych form nie daje 100% gwarancji otrzymania mieszańców w pokoleniu $F_1$.

W celu eliminacji niepożądanej obecności w pokoleniu $F_1$ pewnej liczby form matecznych, niektórzy autorzy sugerują wprowadzenie genów markerów (liść ziemniaczany, zielona łodyżka) do linii funkcjonalnie sterylnych. Niepożądane rośliny pomidorów można w ten sposób rozpoznać i usunąć już w fazie juwenalnej. Ideę tę zrealizowała Tronickova (100), która otrzymała nowe linie odmian Stupicke polne rane i Ostaravsky, funkcjonalnie sterylne o liściach całobrzegich. Mają one przy tym dobrą zdolność kojarzeniową.

### *Heterostylia*

Jest to znane u pomidorów i innych roślin zjawisko przerastania słupka niekiedy o kilka mm ponad okółkiem pręcików. W ten sposób rośliny bronią się przed samozapylaniem. Przy szczegółowych badaniach autorzy:

Kirillowa (49) i Simonow (90, 91) zwracają uwagę na niestabilność tej cechy uwarunkowanej przez gen *pi* i wskazują na duży wpływ środowiska (temperatura, światło) na stopień występowania cechy heterostylii. Badając to zagadnienie w latach 1965—67 Simonow (93) wskazał na możliwość zwiększenia % kwiatów o wydłużonych słupkach drogą selekcji z 0—7,5 do 12—15%, a niekiedy do 90% i więcej. Szczególnie interesująca pod tym względem była odmiana Bycze Serce. W celu wzmocnienia stopnia sterylności Simonow postawił sobie za cel wyhodowanie form o podwójnej funkcjonalnej sterylności, to jest połączenie genu *ps* i *pi* oraz wprowadzenie genu *c* (ziemniaczany liść) do hodowanych linii. Chodzi tu o dodatkowe zabezpieczenie roślin przed samozapyleniem, co w hodowli odmian heterozyjnych ma zasadnicze znaczenie. Simonow uważa, że ten nowy podwójny typ sterylności będzie najodpowiedniejszy do masowej hybrydyzacji pomidora. Jego prace zakończyły się sukcesem, gdyż tego rodzaju forma została już otrzymana. W dalszej kolejności ten typ podwójnej sterylności można będzie drogą krzyżówek wstecznych wprowadzić do odmian i linii mających dobrą zdolność kombinacyjną. Zanim jednak to nastąpi, konieczne są dalsze prace nad ustabilizowaniem cechy heterostylii.

### Genetyczna pyłkowa męska sterylność

Opis tego typu stedylności u pomidorów oraz sposób dziedziczenia się tej cechy podał w swoich pracach Rick (86), który wśród roślin odmiany San Marzano znalazł szereg mutantów, nie produkujących pyłku lub produkujących pyłek w ograniczonych ilościach. W związku ze słabą tendencją do zawiązywania się owoców (które najczęściej są partenokarpne) autor ten, a za jego przykładem inni: Jordanow (46), Simonow (91), Tronickova (96) polecali jej użycie do produkcji mieszańców heterozyjnych.

Formy z pyłkową męską sterylnością warunkowane działaniem genu *ms* występują sporadycznie na plantacjach pomidorów w ilości 0,05%. Rośliny tego typu mają silny wzrost wegetatywny i kwitną całe lato, zawiązując nieliczne owoce z małą ilością nasion. Jak podaje Daskałow i współpracownicy (27) w Instytucie Warzywnictwa w Płowdiw (Bułgaria) w latach 1964—1969 stwierdzono, że niektóre linie jak; *ms* 446 i Pearson 33 mogą być ewentualnie wykorzystane do hybrydyzacji. Pyłkową męską sterylność podtrzymuje się przez krzyżowanie jej z odpowiednikiem formy płodnej w stanie heterozygotycznym, co można przedstawić na schemacie:

(sterylne) *ms ms* x *Ms Ms* (płodne)

(sterylne) *ms ms* x *Ms ms* (płodne)

*Ms ms* + *ms ms* ; *ms ms* x *Ms Ms* — $F_1$ *Ms ms* (pokolenie heteroz.)

50% 50%

Wielu autorów stwierdziło jednak, że nie wszystkie formy *ms* nadają się do produkcji mieszańców $F_1$, a tylko niektóre. Zależy to przede wszystkim od tego czy linia męsko-sterylna *ms* ma dobrą zdolność kojarzeniową i czy po skrzyżowaniu z odpowiednią odmianą ojcowską daje efekt heterozji. Takimi obiecującymi liniami są, według Philouze, *ms* 35 i Pearson VF 6. Autorka ta próbowała reprodukować te formy przy pomocy gibereliny, ale bez rezultatów. Opryskane rośliny nie wytwarzały płodnego pyłku, a jedynie reagowały w ten sposób, że następowało wydłużenie się słupków. Po licznych i wieloletnich badaniach przyjęto, że ten typ sterylności ma jednak w produkcji $F_1$ hybrydów ograniczone zastosowanie i że bardziej odpowiednie do tego celu są formy z funkcjonalną męską sterylnością *(ps i pi)* oraz pomidor żeński pozbawiony pręcików *sl* (stamenless).

## Forma żeńska (stamenless) *sl*

Niewątpliwie najbardziej interesującą hodowców z punktu widzenia genetycznego formą sterylności u pomidora jest żeńskość, przenoszona przez 1 recesywny gen *sl*. Kwiaty roślin, posiadających ten gen, nie wytwarzają pręcików względnie są one zredukowane do cienkich nitek przyrośniętych do słupka na całej swej długości. Jako pierwszy zidentyfikował i opisał ten typ sterylności Bishop, a prosty sposób jej reprodukowania przy użyciu gibereliny podają: Phatak, Wittwer, Bukovac (81) oraz Kubicki i Potaczek (54). Wymienieni autorzy, stosując różne dawki gibereliny, stwierdzili, że przy odpowiednio dobranych stężeniach następuje różnicowanie się u formy stamenless kwiatów obupłciowych z normalnie rozwiniętymi pylnikami i płodnym pyłkiem. Samozapylone tym pyłkiem kwiaty wytwarzały owoce z dobrze kiełkującymi nasionami. W następnym pokoleniu z nasion tych otrzymywano 100% roślin żeńskich. Dotychczasowy sposób rozmnażania pomidora żeńskiego opierał się na schemacie przedstawionym przy opisie pyłkowej męskiej sterylności. Dalsze prace nad rozmnożeniem tych form za pomocą gibereliny prowadzone w Pracowni Hodowli I. W. są w toku. Z pracą nad żeńską formą pomidora wiąże się duże nadzieje na przyszłość.

## Heterozja u pomidorów

Na temat heterozji u pomidorów istnieje obszerna i bogata literatura, zarówno zagraniczna jak i krajowa. Z uwagi na wagę zagadnienia i duże możliwości praktycznego wykorzystania tego fenomenu w produkcji, rozpatrzymy poruszony temat w świetle całej dostępnej literatury, naświetlając różne aspekty tego zagadnienia.

Są to:

a) zdolność kojarzeniowa różnych odmian pomidorów,
b) wczesność
c) plenność i wyrównanie
d) odporność na choroby
e) plastyczność i adaptacja do różnych warunków środowiska

Nieodzownym będzie również rozpatrzenie praktycznej możliwości produkcji nasion mieszańcowych oraz opis dotychczasowej techniki otrzymywania $F_1$ hybrydów.

Odkrycie zjawiska heterozji u pomidorów zawdzięczamy pionierskim pracom Hedricka i Bootha (41) oraz Wellingtona (103). Wymienieni autorzy już w 1908 r. wskazywali na możliwość uzyskania szybkich postępów w hodowli w oparciu o prawa Mendla. Wellington w latach 1912—22 przy krzyżowaniu różnych odmian pomidorów stwierdził, że niektóre mieszańce $F_1$, badane przez kilka lat, wykazywały efekt heterozji i przewyższały formy rodzicielskie tak we wczesności jak i w plenności, mimo obserwowanej zmienności w plonach spowodowanej niejednakowym wpływem warunków klimatycznych w różnych latach. Dalsze ugruntowanie wiadomości dotyczące tego zagadnienia zawdzięczamy pracom szeregu innych autorów: Hayesa i Johnsa (40), Daskałowa (25, 26, 27), Hafena i Stevensona (36, 37, 38), Larsona (58, 59, 60, 61) i innych. W Polsce omawianemu zagadnieniu poświęcili swoje prace — Bańkowska (4, 5), Chroboczek (19, 20), Nieć i współautorzy (76), Paszkowska (78, 79), Mazurkiewicz (78), Styczyńska (79), Korhoda (51), Borkowski (11, 12), Gabryl (32, 33), Potaczek (28, 83, 84), Szwadiak (95, 96).

## Zdolność kombinacyjna różnych odmian pomidorów

Już pierwsi autorzy, odkrywcy heterozji u pomidorów, a za ich przykładem inni w późniejszych latach podkreślali, że tylko niektóre odmiany pomidorów nadają się do hybrydyzacji, czyli mają dobrą tzw. ogólną zdolność kombinacyjną (Barrons (7), Barrons i Lucas (8), Burgess (17), Currence i Larson (23), Andeweg i Ruyten (2), Daskałow (25, 26), Betlach (9), Meyer i Peacock (79), Zachriewa — Miłkowa (71), Korohoda (51), Nieć (76), Paszkowska (78), Szwadiak (95, 96 i inni). Wieloletnie prace, prowadzone w Bułgarii od 1933 r. nad heterozją pod kierunkiem Daskałowa, wykazały, że taką dobrą zdolność kombinacyjną posiadała linia Nr 10, która była matką szeregu cennych mieszańców, m. in. Nr 10 x Bizon, Nr 10 x Rutgers i innych. Wyniki polskich badań w tym kierunku wysunęły na czoło 2 gruntowe odmiany Mory 33 i Najwcześniejszy, badań holenderskich — Moneymakera, czechosłowackich — Stupicke polne rane, Ostravskiego, NRD — St. F. 55/202. Praca nad doborem odpowiednich

par do krzyżowania wcale nie jest łatwa, jak na to wskazują prace Andewega i Ruytena (2), którzy na 196 krzyżówek otrzymali zaledwie 1 możliwą do przyjęcia w produkcji szklarniowej. Jest to jednak zagadnienie o podstawowym znaczeniu przy rozwiązywaniu trudnego problemu, jakim jest masowa produkcja nasion mieszańcowych.

## Wczesność

Na tę właściwość pokolenia mieszańców $F_1$ zwraca uwagę szereg autorów, wychodząc z założenia, że jest to podstawowe kryterium oceny odmian mieszańcowych, przydatnych do produkcji pod szkłem (Petrescu (80), Borkowski (11, 12), Doruchowski, Potaczek (29), Gapiński (34), Kępkowa i Legut (48), Kleszczyńska (50), Buczak (14)). Burdick (16) pracując nad tym zagadnieniem podaje, że u dobrych hybrydów wczesność jest wynikiem współdziałania alleli obydwu rodziców i wskazuje na dominowanie jako jedyny powód wczesności u hybrydów. Daskałow tłumaczy to zagadnienie podobnie i twierdzi, że wczesność u mieszańców jest związana z dominowaniem okresów szybkiego wzrostu w poszczególnych fazach rozwoju rośliny i że ten korzystny efekt przyśpieszenia dojrzewania owoców zanika już w połowie lub pod koniec okresu zbiorów. Z zagadnieniem tym wiąże się więc konieczność hodowli wczesnych i skrajnie wczesnych odmian pomidorów, posiadających dobrą zdolność kojarzeniową (Andeweg i Ruyten (2)). Odpowiednim przykładem tego typu to pomidory linii: F 55/202 i XXIV — Zachariewa—Miłkowa (107). Linie te, podobnie jak Nr 10, posiadają wspólnego przodka, jakim jest Lycop. racemigerum.

## Plenność i wyrównanie

Ze stanem heterozygotycznym mieszańców pomidorów ściśle wiąże się zwykle wysoka jakość i wyrównanie plonu w pokoleniu $F_1$. Wieloletnie prace prowadzone nad porównaniem szeregu aktualnie nowych mieszańców pomidorów potwierdzają to niezbicie (2, 11, 12, 14, 17, 21, 28, 29, 32, 33, 48, 50, 51, 66, 71, 76, 79, 97, 103, 105). Dobre i polecane do produkcji na dużą skalę mieszańce duńskie, szwedzkie, angielskie i holenderskie dają od 70—90% plonu ogólnego w wyborze I. Ze względu na pośrednie dziedziczenie się cechy wielkości owoców, produkowane obecnie hybrydy są średnioowocowe (50—80 g). Ta wielkość owoców zapewnia im również przewagę nad odmianami ustalonymi w zakresie ich przydatności do handlu i transportu. Jeśli chodzi o plenność, to w naszych warunkach $F_1$ hybrydy przewyższają odmiany ustalone o 10—30% lub więcej, a 100—200% we wczesności. W przytoczonych liczbach należy

szukać przyczyny tak dużego rozwoju produkcji nasion mieszańcowych pomidorów szklarniowych. Trzeba tu dodać, że i w przyszłości tendencja ta będzie się nadal utrzymywała.

## Odporność na choroby i szkodniki

Z hodowlą nowych odmian i $F_1$ hybrydów pomidorów ściśle wiąże się sprawa ich odporności na podstawowe choroby, silnie atakujące rośliny w szklarni. Istnieje tu możliwość szybkiego połączenia odporności u mieszańców $F_1$ przez wysiew i dobór odpowiednich par rodzicielskich. Do najważniejszych chorób zaliczamy: brązową plamistość liści (wywołana przez grzyba *Cladosporium fulvum),* uwiądy (powodowane przez *Verticillium i Fusarium),* skorkowacenia, nicienie, TMV (wirus mozaiki hodowli toniowej) i inne. Jest to podstawowy i przszłościowy kierunek hodowli o dużym znaczeniu. Chcąc rozwiązać ten problem — konieczna tu jest jednak zespołowa praca specjalistów: hodowcy, genetyka, fitopatologa względnie i zoologa. Ogromny postęp w tej dziedzinie datuje się mniej więcej od 10 lat, kiedy to w Kanadzie pod kierunkiem dr Kerra otrzymano drogą licznych krzyżówek *Lycop. esculentum* z *Lycop. pimpinellifolium* i *L. hirsutum* szereg linii i odmian pomidorów o całkowitej lub częściowej odporności na *Cladosporium fulvum.* W oparciu o te formy firmy nasienne holenderskie i duńskie rozwinęły produkcję mieszańców, wykazujących całkowitą odporność na grzyba na nieznaną dotychczas skalę. Za przykład mogą posłużyć znane, cenione i uprawiane u nas heterozyjne odmiany: Eurocross BB i Revermun, o dobrej wczesności, plenności i wyrównaniu owoców (6, 28, 29, 32, 33). Znane są też i w Polsce hybrydy posiadające odporność kompleksową na *Cladosporium, Fusarium i Verticillium* (Multicross 12A), na nematody (Nemacross), a ostatnio są na ukończeniu prace angielskie (24) nad hodowlą mieszańców odpornych na TMV.

Za źródło odporności służą dzikie gatunki pomidorów. Choć poruszone zagadnienia przedstawiają ważny problem, to jednak są trudne do zrealizowania z uwagi na skomplikowany niejednokrotnie charakter dziedziczenia się cech odporności oraz wysokie koszty związane z prowadzeniem tego typu prac. Badania te komplikuje dodatkowo mnogość ras grzybów oraz powstawanie nowych, bardziej zjadliwych mutacji. Pomimo tego w wielu krajach (Anglia, Holandia, Kanada, USA, Dania, Szwecja) osiągnięto w ostatnich latach znaczny postęp na tym polu. Również i w Polsce ten kierunek hodowli powinien być wysunięty na plan pierwszy.

## Plastyczność hybrydów i ich adaptacja do warunków środowiska

Odkąd mieszańce heterozyjne zajęły właściwe dla siebie miejsce w produkcji, zanotowano bardzo ważną z punktu widzenia gospodarczego właściwość mieszańców lepszego, niż to występuje u odmian, przystosowania się roślin do panujących warunków środowiska, co gwarantuje uzyskanie nawet w gorszych warunkach dobrych plonów. Jest to jeszsze jeden dodatkowy argument przemawiający za ich uprawą. W związku z tym zaleca się wykorzystanie do produkcji $F_1$ mieszańców, linii i odmian lokalnych i krajowych, lepiej od innych przystosowanych do warunków klimatyczno-glebowych danego kraju.

## *Technika produkcji $F_1$ mieszańców pomidorów*

### Metoda tradycyjna

Dotychczasowa technika produkowania mieszańcowych nasion pomidorów opierała się na doborze odpowiednich form matecznych, kastrowaniu kwiatów, tj. usuwaniu pręcików przed ich pękaniem oraz 1—2-krotnym zapyleniu odpowiednio dobraną formą ojcowską. Samo kastrowanie jest zabiegiem najtrudniejszym i najbardziej kosztownym, co w dużej mierze rzutuje na późniejszą wysoką cenę nasion mieszańcowych. Borchers (10), Barrons i Lucas (8), a także Wolf i Stair (104) polecają, jeśli do tego celu używane są wysokie odmiany, ciąć je na 1—2 pędy i prowadzić przy palikach lub sznurach. Kastrowanie przeprowadza się wtedy, gdy płatki korony są zrośnięte z okółkiem pręcików, zwracając przy tym uwagę, aby nie uszkodzić słupka. Według amerykańskich badań najodpowiedniejsze do produkcji nasion mieszańcowych są grona, począwszy od 2-go oraz 3—4 pierwsze kwiaty najwcześniej rozwijające się na gronie. Poleca się nanoszenie pyłku świeżo zebranego zaraz po kastracji. Jeśli chodzi o czas zapylania, to pora dnia nie miała istotnego znaczenia na efekty końcowe (godziny ranne czy popołudniowe). Za najodpowiedniejsze uważa się warunki klimatyczne, kiedy ustali się umiarkowanie ciepła i pochmurna pogoda. Najlepsza, jak podkreślają liczni autorzy, jest produkcja $F_1$ hybrydów w kontrolowanych warunkach w szklarni w okresie marzec-kwiecień i na jesieni we wrześniu. Mniej więcej co 10 dnin należy usuwać z roślin matecznych wszystkie zbyteczne pędy, kwiaty i owoce.

W innych krajach o znacznie od naszego cieplejszym klimacie (Bułgaria) opracowano własną metodę produkcji nasion mieszańcowych Daskałow (25, 26, 27). Bułgarzy w odróżnieniu od innych, produkują $F_1$ hybrydy w gruncie i po kastracji zapylają je po jednym dniu, powtarzając ten zabieg po dalszych 2—3 dniach, co znacznie podnosi % zapylonych

kwiatów i plon nasion. Bułgarska produkcja hybrydów opierała się głównie na $F_1$ Nr 10 x Bizon, Zaria x Komet z przeznaczeniem: a) do gruntu, b) do szklarni.

Bułgaria zorganizowała na nie notowaną dotąd skalę produkcję $F_1$ hybrydów, uzyskując z 1 ha 300—350 kg nasion, co oczywiście związane było z dużą pracochłonnością. W celu obniżenia tych wysokich nakładów pracy stosowaną dotychczas metodę uproszczono przez zastosowanie mechanicznego zbioru pyłku (Jordanow — 45) i zapylania wykastrowanych kwiatów przy pomocy szklanych rurek, wypełnionych pyłkiem. W ten prosty sposób zwiększono wydajność pracy przy produkcji nasion heterozyjnych z 200—240 kwiatów/godz. pracownika do około 400—480 kwiatów/godz. bez kastracji. Sama kastracja, jak stwierdzono, pochłaniała 40% ogólnych nakładów pracy, związanych z produkcją nasion mieszańcowych — Jordanow (46).

W ZSRR wykorzystanie efektu heterozji i produkcja nasion mieszańcowych jest jeszcze mała. Na uzyskanie 1 kg nasion zużywa się w Mołdawii 14—31 roboczo-dni, z czego 75% na kastrację kwiatów (Simonow — 90 i Dwornikow — 30). Ten ostatni, pracując na Ukrainie stwierdził, że w celu wyprodukowania 1 kg nasion mieszańcowych trzeba zapylić 3500—4000 kwiatów, na co trzeba zużyć 18 roboczo-dni, w tym na kastrację 11 dni, zapylanie — 6 dni, zbiór pyłku 1 dzień.

## *Nowe tendencje w produkcji nasion mieszańcowych uproszczoną metodą*

### Nowoczesna metoda z pominięciem kastracji

Wraz z odkryciem form funkcjonalnie sterylnych i męsko-sterylnych szereg autorów polecało wykorzystanie ich do produkcji $F_1$ hybrydów zarówno w kontrolowanych warunkach, jak i w polu (6, 21, 22, 30, 31, 36, 37, 38, 46, 53, 57, 65, 75, 82, 85, 87, 93, 98, 101). Już w latach 1940—45 w USA przebadano szczegółowo problem produkcji nasion $F_1$ w polu (Kalifornia) na drodze wolnego krzyżowego zapylania. Jak podają: Rick (87), Hafen i Stevenson (36, 37, 38), Lona (65), Lesley (63, 64) linie *ms* jakimi wtedy dysponowano, nie najlepiej nadawały się do hybrydyzacji drogą krzyżowego naturalnego zapylania. Tą drogą uzyskano bardzo różne i nie zawsze zadowalające wyniki, nawet w bardzo sprzyjających pomidorom warunkach (Kalifornia). W toku badań stwierdzono, że w tamtejszym klimacie istnieją naturalne wektory (pewne gatunki much), przenoszące pyłek pomidorów z rośliny na roślinę. Byłby to więc najprostszy sposób produkcji nasion mieszańcowych. Jednak w późniejszych latach idea ta upadła ze względu na szereg dodatkowych trudności.

Larson i Paur (62), a za ich przykładem Simonow (90, 91, 92, 93), Tronickova (98, 99, 100, 101) widzą duże perspektywy w rozwiązaniu produkcji nasion w użyciu form funkcjonalnie męsko-sterylnych. Cała trudność, jak się podkreśla leży w niepełnym rozpracowaniu tego zagadnienia. Brak jest w dalszym ciągu linii sterylnych o dobrej zdolności kojarzeniowej — choć i w tym kierunku notuje się postęp.

Tak np. Simonow twierdzi, że sprawę tę rozwiąże nowa forma sterylności o połączonych genach *ps* i *pi* wraz z markerem *c*. Duże nadzieje można wiązać z wykorzystaniem w produkcji mieszańców $F_1$ formy żeńskiej *(sl)*. Wszystko więc wskazuje na to, że niedaleki jest dzień, kiedy opracowane zostaną teoretyczne i praktyczne aspekty wykorzystania heterozji u pomidorów i jej gospodarczego wykorzystania na szeroką skalę z pominięciem kastracji także i w naszym kraju.

## LITERATURA


1. Allard R. W.: 1968. Podstawy hodowli roślin. PWRiL W-wa.
2. Andeweg I. M., Ruyten I. W.: 1957. Euphytica, 6:26-37.
3. Babadżanian G. A.: 1968. Gieterozis w Owoszczewodstwie, 80—85.
4. Bańkowska H.: 1961. Acta Agrobotanika, V. X. nr. 2:65—110.
5. Bańkowska H.: 1963. Postępy Nauk Rolniczych, 84. nr 6:25—34.
6. Barańska Z., Potaczek H.: 1970. Pomidory pod szkłem. PWRiL W-wa.
7. Barrons K. C.: 1943. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 42:524—528.
8. Barrons K. C., Lukas H. E.: 1942. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 40:399—404.
9. Betlach J.: 1965. Rostlinna Vyroba, 1:61—70.
10. Borhers E. A.: 1965. The Vegetable Grower News, 20. nr. 3:1.
11. Borkowski J.: 1961. Biul. Warzyw., VI:69—80.
12. Borkowski J., Doruchowski R. W.: 1969. Biul. Warzyw., X:183—194.
13. Brewbaker J. L.: 1970. Genetyka Rolnicza. PWRiL W-wa.
14. Buczak E.: 1968. Ogrodnictwo, nr 2:328—331.
15. Bullard E. I., Stevenson E. C.: 1953. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 61:351—358.
16. Burdick A. B.: 1954. Genetics, 39. nr. 4:488—505.
17. Burges I. M.: 1941. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 38:570—572.
18. Cram L. H.: 1952. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 60:615—618.
19. Chroboczek E. i współpracownicy: 1951. Biuletyn CIR., nr: 1:34—35.
20. Chroboczek E. i współpracownicy: 1966. Postępy Nauk Rolniczych, nr. 2:35—51.
21. Curence T. M., Jennkins J.M.: 1942. Proc. Aber. Soc. Hort. Sci., 41:273—276.
22. Curence T. M.: 1942. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 44:403—406.
23. Curence T. M., Larson R. R., Virta A. A.: 1944. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45:349—352.

24. Darby L. A., Peltham J.: 1968. Annual Report G.C.R.I. Littlehampton-Sussex, 43—48.
25. Daskałow Ch.: 1957. Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze, 32—36.
26. Daskałow Ch.: 1970. Gieterozis Kulturnych Rastienii, 30—31.
27. Daskałow Ch., Jordanow M., Georgiew Ch.: 1970. Gieterozis Kulturnych Rastienii, 318—319.
28. Doruchowski R. W., Gabryl J., Potaczek H.: 1969. Biul. Warzyw., X:207—226.
29. Doruchowski R. W., Potaczek H.: 1971. (146—154). Biul. Warzyw., XII.
30. Dwornikow P. I.: 1968. Gieterozis w Owoszczewodstwie, 31—32.
31. Fehleisen S. O.: 1968. TGCR nr. 18. Res. Not. 15.
32. Gabryl J.: 1967. Ogrodnictwo, 10:297—301.
33. Gabryl J.: 1966. Ogrodnictwo, 5:136—138.
34. Gapiński M.: 1965. Ogrodnictwo, 11:338—341.
35. Gubczenko A. A.: 1968. Gieterozis w Owoszczewodstwie, 146—151.
36. Hafen L. Stefenson E. C.: 1956. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 68:329—332.
37. Hafen L., Stevenson E. C.: 1956. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 68:433—436.
38. Hafen L., Stevenson E .C.: 1956. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 67:355—360.
39. Haskell G., Brown G.: 1955. Euphytica, 4:147—162.
40. Hayes H. K., Jones D. F.: 1916. Conn. Agric. Exp. Sta. Ann. Rep., IV:305—318.
41. Hedrick U. P., Both N. O.: 1907. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 5:19—24.
42. Homma, S., Bukovac M. J., 1966. Euphytica, 15:362—364.
43. Homma S., Currence T. M.: 1954. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63:431—439.
44. Homma S., Phatak S. C.: 1964. J. Heredity 55:143—145.
45. Jordanow M.: 1966. Gradinarstwo 8:18—19.
46. Jordanow M.: 1968. Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze, 3:87—89.
47. Juriewa N. A.: 1966. Sielskoje Chozjaistwo za Rubieżam, 12:29—34.
48. Kępkowa A., Legut L.: 1960—61. Biul. Warzyw. V:251—263.
49. Kirillowa N. E.: 1967. Nauc. Issled. Inst. Siel. Chazja 4:123—132.
50. Kleszczyńska K.: 1959. Praca magist. wyk. w Kat. Warzyw. SGGW w Skierniewicach.
51. Korohoda J.: 1959. Biul. IHAR nr 1:19—22.
52. Krasnikow B. W.: 1968. Gieterozis w Owoszczewodstwie, 21—23.
53. Kryłowa M. I.: 1968. Citołogia i Gienetika, t. II, nr. 2.
54. Kubicki B., Potaczek H.: 1971. (w druku) Genetica Polonica.
55. Kuždowicz A.: 1953. Acta Agrobotanika, t. I: 83—88.
56. Kuždowicz A.: 1954. Acta Agrobotanika, t. II: nr. 1:109—135.
57. Lapushner D., Frankel R.: 1967. Euphytica t. 16. nr. 2:300—310.
58. Larson R. E., Marchant W. L.: 1944. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45:341—347
59. Larson R. E.: 1941. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 39:313—314.
60. Larson R. E.: 1950. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56:356—361.
61. Larson R. E., Currence T. M.: 1944. Univ. of. Minn. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull., 164.

62. Larson R. E., Paur S.: 1948. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 52:355—364.
63. Lesley J. W., Lesley M. M.: 1939. J. Agic. Res., 58:621—630.
64. Lesley M. M., Lesley J. W.: 1958. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 71:339—343.
65. Lona J. W.: 1966. TGCR., nr. 16. Res. Notes 17.
66. Luckwill L. C.: 1939. J. of. Genetics, V. XXXVII. nr. 3:421—440.
67. Luna L.: 1967. Agrobotanika. Tapiszele, 9:181—185.
68. Macewiczowa L.: 1961—62. Biul. Warzyw., VI:277—285.
69. Malinowski E.: 1967. Genetyka. PWRiL W-wa.
70. Matsuura R. M., Currence T. M.: 1962. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 80:515—521.
71. Meyer A., Peacock N. D.: 1941. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 38:576—580.
72. Moore J. F.: 1959. Science, V. 129. nr. 3315:1738.
73. Moore J. F.: 1964. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 84:474—479.
74. Moore J. F., Currence T. M.: 1949. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 188.
75. Nickelson R. L., Currence T. M.: 1958. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 72:377—384.
76. Nieć H., Noszczyńska K., Handschuh K.: 1960. Roczniki WSR. Poznań, IX:291—307.
77. Oba G. I., Riner N. E., Scott D. H.: 1945. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 46:269—276.
78. Paszkowska I., Mazurkiewicz Z.: 1967. Hodowla roślin warzywnych. PWRiL W-wa.
79. Paszkowska I., Styczyńska J.: 1959. Biuletyn IHAR. nr 1:11—17.
80. Petrescu C.: 1967. Ints. Agron. N. Balcescu, Bucuresti. Ser. B. 10:57—74.
81. Phatak S. C., Wittwer S. H., Homma S., Bukovac M.: 1966. Nature V. 209. nr. 5023 February 5:635—636.
82. Philouze P.: 1969. Ann. Amelior. Plantes 19(4):443—457.
83. Potaczek H.: 1964. Ogrodnictwo, nr. 7:197—200.
84. Quinenos F. A.: 1957. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70:366—372.
85. Rick C. M.: 1947. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 50:273—284.
86. Rick C. M.: 1948. Hilgardia V. 18. nr. 17.
87. Rick C. M.: 1949. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 54:237—252.
88. Rick C. M., 1967. Ann. J. Bot., 54:601—611.
89. Serb A. M., Owen R. D.: Edgar R. S.: 1969. Genetyka ogólna. PWN. W-wa.
90. Simonow A. A.: 1967. Wiestnik Sielskochazj. Nauki, nr. 2:27—33.
91. Simonow A. A.: 1967. Dokł. Wsjesoj. Ord. Lenina Akad. Sielskochazj. Nauki, 12:13—16.
92. Simonow A. A.: 1968. Trudy po Prikł. Bot. Gienet. i Sielekcji, t. XL. nr. 1:137—143.
93. Simonow A. A.: 1970. Wiestnik Sielskochazj. Nauki, nr 3:40—43.
94. Soost R. K., Rick C. M.: 1957. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70:357—365.
95. Szwadiak J.: 1962. Praca doktorska wyk. w Kat. Genetyki i Hodowli Roślin WSR — Poznań.
96. Szwadiąk J.: 1965. Biul. Hod. Roślin Aklim. i Nas., t. 9. nr. 1:101—108.
97. Tronickova-Polakova E.: 1957. Vedecke Prace Vysk. Ustavu Rostlinne Vyroby CSAZV w Praze-Ruzyni, nr 3:135—156.
98. Tronickova E.: 1968. Gieterozis w Owszczewodstwie, 101—110.
99. Trocnickova E.: 1968. Ved. Prace Vysk. Ustavu Rost. Vyroby w Praze-Ruzyni, 12:53—60.

100. Trocnickova E.: 1968. Ved. Prace Vysk. Ustavu Rost. Vyroby w Praze-Ruzyni, 13:203—210.
101. Tronickova E.: 1970. Gieterozis Kulturnych Rastienii, 331—339.
102. Verkerk K.: 1957. Netherlands Journal of Agic. Science, V. 5. nr. 1:37—51.
103. Wellington R.: 1922. Minn. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull., 6.
104. Wolf E. A., Stair E. C.: 1948. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 52:350—354.
105. Willams W.: 1959. J. Agric. Sci., V. 53. nr. 3.
106. Williams W., Gilbert N.: 1960. Heredity, V. 14:133—149.
107. Zachariewa-Miłkowa Ł.: 1970. Gieterozis Kulturnych Rastienii, 400—401.