

ZDZISŁAW RUEBENBAUER

## BURAK JEDNOKIEŁKOWY ZDOBYWA TEREN UPRAWY

Jedną z najbardziej pracochłonnych upraw rolnych jest burak cukrowy. Pracochłonność występuje najostrzej w okresie pielęgnacji, zwłaszcza przy przecince i przerywce, które w obecnym stanie rzeczy wymagają nadmiernej ilości pracy ręcznej. Problem ten, już częściowo rozwiązany w USA, w krajach Europy Zachodniej i w ZSRR, narasta obecnie w Polsce, więc wydaje się aktualne omówienie różnych jego aspektów, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia hodowlanego.

Nasienie buraka jest owocem złożonym, powstałym z zrostu listków okwiatu i zalążni, z umieszczonymi wewnątrz, przeważnie 3—5 nasionkami. Wskutek tego przy wschodach otrzymuje się mniej lub więcej zwarty stan roślin w rzędach, wymagający przerzedzenia, aby uzyskać, konieczny dla normalnego rozwoju, stan po jednej roślinie w punkcie i odpowiedni odstęp pomiędzy roślinami. Gdyby nawet zastosować wysiew po jednym kłębku w punkcie, to i tak nie uda się uniknąć zabiegu przerywki, gdyż z wielokiełkowego kłębka wyrasta zwykle po kilka siewek w zwarcu. Zagadnienie to rozwiązuje natomiast rodzaj nasienia buraka, którego owoce mogą wydać tylko po jednym kiełku z kłębka.

W początkowym etapie usiłowań zmierzających do rozwiązania omawianego zagadnienia postanowiono uciec się do zabiegów preparowania nasion, w co wchodzi segmentowanie, polerowanie, kalibrowanie i otoczkowanie kłębków wielokiełkowych. Na specjalnych maszynach rozdrabnia się kłębki i odsiewa się odpady. Pocięte kłębki poddaje się następnie zabiegowi polerowania i kalibrowania, aby otrzymać materiał siewny pożądanej sypkości i odpowiednich wymiarów; czasem stosuje się jeszcze otoczkowanie segmentowanych nasion. Przy segmentowaniu i polerowaniu straty na odpady wynoszą przeszło 50% pierwotnej wagi nasion, czego nie kompensuje zmniejszona ilość wysiewu. Po zabiegu segmentowania uzyskuje się materiał siewny w dużym procencie jednokiełkowy (70%), nie pozbawiony jednak szeregu wad. Segmentowanie pozbawia nasionka części okrywy, która w stanie nienaruszonym odgrywa ważną rolę przy wschodach jako regulator dopływu wilgoci do nasionek kłębka. Przy segmentowaniu część nasionek ulega całkowitemu lub częściowemu uszkodzeniu, stąd często

zdolność kiełkowania nasion segmentowanych jest osłabiona a siewki częściowo uszkodzonych nasion są mniej żywotne. Niezadowalająca jest równomierność wysiewu nasion segmentowanych zwykłym siewnikiem, która konieczna jest, aby uzyskać pełny stan roślin w polu. Ponadto dla osiągnięcia dobrych, równych wschodów niezbędna jest wysoka kultura i sprawność gleby oraz sprzyjające warunki atmosferyczne. Siewki nasion segmentowanych, podobnie jak wszelkich innych jednokiełkowych nasion buraków, trudniej przebijają przy wschodach warstwę gleby niż siewki nasion normalnych wschodzących kępkami.

Ponieważ używając zwykłych siewników nie uzyskiwano wymaganej równomierności wysiewu, zastosowano otoczkowanie nasion segmentowanych, polegające na powlekanii segmentów wilgotną masą sporządzoną ze skalenia i gliny, często z dodatkiem składników odżywczych. Przez otoczkowanie osiąga się podwyższenie ciężaru i wielkości nasion oraz kulisty ich kształt, dzięki czemu wysiew zwykłym siewnikiem jest bardziej równomierny, można bowiem zwiększyć ilość wysiewu wagowo, nie zwiększając ilości wysianych kłębów. Nasionom otoczkiwanym nadaje się zwykle średnicę 4—5 mm, wtedy ciężar tysiąca nasion wynosi 60 g a wysiew 40 kg/ha.

Niezadowalające wschody nasion segmentowanych, spowodowane uszkodzeniem nasionek, nasunęły myśl zastąpienia ich nasionami preparowanymi dwukiełkowymi (1), przy których użyciu istnieje dużo większe prawdopodobieństwo uzyskania pełnych wschodów, w większości po jednej siewce w punkcie. Przy preparowaniu dwukiełkowych nasion stosuje się bardzo delikatną obróbkę, w czasie której kłębki zostają lekko połamane, otarte, potem oczyszczone i skalibrowane. Otrzymuje się w ten sposób nasiona o wymiarach 2,25—4,50 mm i ciężarze tysiąca sztuk około 17 g; ilość wysiewu wynosi 7 kg/ha. W próbnym wysiewach nasion dwukiełkowych pojedyncze siewki wschodziły w 70—75% punktów. Dzięki większym rozmiarom i otarciu nasion wysiew zwykłym siewnikiem był równomierniejszy niż wysiew nasion segmentowanych. Wymagania nasion dwukiełkowych co do kultury gleby są takie same, jak wymagania nasion segmentowanych i otoczkiwanych. Współczynnik wschodów w polu, który przy nasionach normalnych wynosi 62%, spada przy nasionach preparowanych do 40—44%, głównie z powodu uszkodzeń przy preparowaniu.

Wysokie koszty przygotowania nasion preparowanych i niezbyt zadowalające wyniki ich zastosowania w praktyce spowodowały, że jednocześnie rozpoczęto szukać rozwiązania zagadnienia na innej drodze. Wiadomo było, że występują w przyrodzie dzikie gatunki buraka o wyłącznie lub w dużym procencie jednokiełkowych nasionach: *B. patellaris*, *B. procumbens*, *B. webbiana* z sekcji *Patellares*, *B. lomatomogona*

z sekcji *Corollinae* i *B. nana* z sekcji *Nanae*, co, zgodnie z prawem szeregów homologicznych, pozwalało przypuszczać, że także w obrębie gatunku buraka uprawnego będzie można wyszukać jednokielkowe osobniki i na nich oprzeć hodowlę jednokielkowej odmiany uprawnej.

Już około 1900 r. zwrócono uwagę na napotkane wśród wielokielkowych buraków uprawnych formy z dużym procentem jednokielkowych kłębków; prowadząc ich selekcję, uzyskano w trzeciej generacji podwyższenie zawartości kłębków jednokielkowych do 75%. Jednak wobec niemożności ustabilizowania tej cechy, zaniechano dalszej pracy hodowlanej, co było także dlatego uzasadnione, że zagadnienie posiadania jednokielkowych nasion nie było wówczas tak ważne, jak później i obecnie. Myśl znalezienia w obrębie buraków uprawnych jednokielkowej formy odżyła ponownie około 1930 r., wobec czego w ZSRR, Niemczech i USA organizowano ekspedycje poszukiwawcze na dużych obszarach plantacji wysadkowych.

W ZSRR wśród przeszukanych ponad 22 milionach sztuk wysadków wybrano 109 osobników o stopniu jednokielkowości 10—90%. Na tym materiale rozpoczęto prace hodowlane, które doprowadziły do wyhodowania i oddania do uprawy odmian praktycznie jednokielkowych, a w istocie niskokielkowych, nieustabilizowanych pod względem cechy jednokielkowości, takich jak odmiany Jaltuskowska i Białocerkiewska.

W Niemczech przeszukanie około 400 tysięcy roślin różnych kierunków hodowlanych nie dało wyniku. Oparto więc własne prace hodowlane na materiale dwukielkowym.

W USA rozpoczęte około 1900 r. i następnie zaniechane próby wyhodowania jednokielkowej formy buraka z wielokielkowego materiału wyjściowego ponowiono jeszcze w 1946 r. (3), jednak bez widocznego rezultatu. Dopiero przedsięwzięte w 1948 r. poszukiwania na plantacjach wysadkowych doprowadziły do znalezienia przez uczonego amerykańskiego Rosjanina polskiego pochodzenia, V. F. Savitzky'ego, w odmianie Michigan Hybrid 18, wśród 300 tysięcy przeszukanych wysadków, pięciu osobników z cechami jednokielkowości, z których dwa, bardzo do siebie morfologicznie podobne, były całkowicie jednokielkowe i otrzymały następnie oznaczenie SLC 101 i SLC 107. Pierwszy z nich dał początek wszystkim, będącym obecnie w uprawie w USA i w Europie Zachodniej, odmianom jednokielkowym.

Znalezione przez V. F. Savitzky'ego dwa osobniki są jedynymi napotkanymi w świecie naturalnymi, właściwymi formami jednokielkowymi; powstały one w obrębie wielokielkowej populacji prawdopodobnie w drodze mutacji, a wyróżniają się szczególnymi cechami morfologicznymi i fizjologicznymi. Różnią się

od innych tą właściwością, że u nich w kątach liści wyrastają boczne odgałęzienia lub pojedyncze kłębki, ale nigdy jedno i drugie razem. Ta właściwość pozwala rozpoznać we wczesnym stadium roślinę jednokielkową. Siewki tych buraków nie różnią się od siewek buraków normalnych. Kłębki są okrągłe i jednorodne. Cecha ich jednokielkowości ma charakter stały, niezmienny w różnych warunkach wegetacji.

Forma SLC 101 była już opisana w polskiej literaturze (4, 5); jedną z jej cech charakterystycznych jest powolny jej rozwój w fazie generatywnej i późne dojrzewanie nasion. Jeżeli nawet formy takie kiedykolwiek pojawiały się na plantacjach nasiennych, to były przez selekcję naturalną i sztuczną eliminowane, gdyż do czasu sprzętu nie zdołały wykształcić dojrzałych nasion, a prawdopodobieństwo ich pojawienia się malało z każdym rokiem. Stąd pochodzą ogromne trudności napotkania formy jednokielkowej naturalnej na plantacji i bezowocność ekspedycji poszukiwawczych zorganizowanych w Rosji i w Niemczech.

Forma SLC 101 okazała się wybitnie samopłodna, co umożliwiło wytworzenie z niej linii wsobnych i prowadzenie ich w inbredzie przez kilka generacji, przy czym cecha absolutnej jednokielkowości utrzymywała się w niezmienionym stanie bez względu na warunki, w jakich rośliny wegetowały. Uzyskana w ten sposób jednorodna genetycznie jednokielkowa rasa posiadała niezadowalającą produktywność i jako taka nie przedstawiała bezpośredniej wartości użytkowej. Wykorzystano ją więc dla wprowadzenia wartościowej cechy jednokielkowości do wielokielkowych odmian uprawnych przez krzyżowanie jej z tymi odmianami, i następujące potem krzyżowanie wsteczne. Tą drogą powstały uprawiane obecnie w USA i w Europie Zachodniej odmiany jednokielkowe, które według ostatnich relacji nie ustępują w produktywności dobrym wielokielkowym odmianom. Ponieważ nasiona rasy SLC 101 są dostępne, próby tych nasion zostały bowiem ofiarowane przez Departament Rolnictwa USA europejskim hodowcom, przeto wydaje się celowe rozpatrzenie sposobów korzystania z nich przez hodowców w ich własnej pracy hodowlanej.

Przeprowadzone przez V. F. Savitzky'ego badania genetyczne (6) pozwoliły poznać sposób dziedziczenia szeregu ważnych cech rasy SLC 101. Przede wszystkim okazało się, że rasa ta jest homozygotyczna pod względem wielu cech.

Wspomniana już późność tej rasy w drugim roku wegetacji, kwitnienie bowiem rozpoczyna się 15—20 dni później niż normalnie, uwarunkowana jest dwiema parami czynników dziedzicznych, przy dość znacznym procencie sprzężeń pomiędzy późnością i jednokielkowością. Krzyżówki z formami wielokielkowymi dają pokolenie  $F_1$  kwitające o normalnym czasie, rozszczepiające się w pokoleniu  $F_2$  na wszystkie cztery spodziewa-

ne typy, ale w nieprawidłowym stosunku, na skutek zachodzących sprzężeń. Niemniej w wyniku krzyżowania można otrzymać osobniki jednokielkowe wczesne.

Rasa SLC 101 jest tak dalece samopłodna, że rośliny tej rasy wysadzone na plantacji buraków normalnych wykazały tylko 3—28% obcozapyleń. Dotychczasowe badania pozwalają przypuszczać, że samopłodność tej rasy warunkowana jest specyficznym dominującym czynnikiem dziedzicznym  $S^f$ , wchodzącym w skład serii allelomorficznej  $S$ . Łagiewki pyłkowe z allelą  $S^f$  są zdolne przerastać słupki i zapładniać komórki jajowe z jakąkolwiek allelą serii  $S$ . Natomiast łagiewki pyłkowe z inną niż  $S^f$  allelą serii  $S$  nie mogą zapłodnić komórek jajowych z identyczną allelą  $S$ . Wobec tego rośliny samopłodne nie mogą wydać samojałowego potomstwa, chyba że gameta z allelą  $S$  zapłodni przypadkowo komórkę jajową z taką samą allelą  $S$ ; zarazem samopłodne rośliny nie mogą wystąpić w potomstwie roślin samojałowych, jeżeli nie nastąpi mutacja alleli  $S$  na allelą  $S^f$ . W konsekwencji tego sposobu dziedziczenia potomstwa  $F_1$ ,  $F_2$  i dalsze, krzyżówek osobników samojałowych i samopłodnych są w wysokim stopniu samopłodne i zachowują stale ten charakter. Po skrzyżowaniu wstecznym takiego pokolenia  $F_1$  z rośliną samojałową otrzymuje się w pokoleniu  $B_1$  rozszczepienie na formy samopłodne i samojałowe w stosunku 1:1, przy czym tak samopłodność, jak i samojałowość, są wysokiego stopnia bez stadiów pośrednich. Powyższy sposób dziedziczenia samopłodności jest właściwy wyłącznie rasie SLC 101, podczas gdy przeważnie w odmianach buraków cukrowych uprawnych zachodzi odmienny sposób dziedziczenia, w wyniku którego występują formy nisko- i pośrednio samopłodne, a uzyskanie wysoce samopłodnych ustabilizowanych linii, pomimo stałej selekcji w populacji, jest nieosiągalne.

Samojałowość normalnych odmian buraków uprawnych jest uzależniona według F. V. O w e n a (7) od dwóch wielokrotnych nie sprzężonych z sobą serii allelomorficznych  $S^1—S^n$  i  $Z^1—Z^n$ . Allele serii  $S$  odpowiadają dokładnie allelom serii  $Z$ , więc np. allela  $S^1$  ma ten sam skutek co  $Z^1$ , allela  $S^2$  ten sam co  $Z^2$ . Pyłek zdolny jest tylko wtedy do zapłodnienia, gdy nie napotyka w znamieniu tych alleli serii  $S$  i  $Z$ , które sam zawiera. W konsekwencji tego niezwrotnego sposobu dziedziczenia rośliny np.  $S^1S^1Z^1Z^2$  mogą być zapłodnione pyłkiem roślin  $S^1S^2Z^3Z^3$ , bo alleli  $S^1Z^3$  i  $S^2Z^3$  nie ma w znamieniu, natomiast odwrotne zapłodnienie nie jest możliwe, bo znamię o składzie  $S^1S^2Z^3Z^3$  zawiera allele zgodne z tymi, które są w pyłku, skoro  $S^1$  i  $S^2$  jest równe  $Z^1$  i  $Z^2$ . Samopłodność buraków jest szczególnie pożądana przy pracach hodowlanych i badawczych, gdyż pozwala utrzymać daną formę w stanie genetycznie nie zmienionym przez szereg generacji, nie jest natomiast pożądana na

szczepu produkcji nasiennej, zwłaszcza gdy pracuje się metodami heterozyjnymi. Stąd przeprowadzenie formy samopłodnej w samojąłową stanowi ważne zadanie hodowcy. O postępowaniu, jakie należy w tym celu stosować, będzie mowa niżej.

Cechą najwyższej wartości u rasy SLC 101 jest jej jednokielkowość. Jak dowiodły wspomniane wyżej badania V. F. Savitzky'ego, cecha jednokielkowości jest warunkowana jednym czynnikiem dziedzicznym recesywnym  $mm$  w stanie homozygotycznym. Wśród osobników jednokielkowych pokolenia  $F_2$  krzyżówek SLC 101 z innymi odmianami, zaobserwowano bardzo nieliczne przypadki pojawiania się osobników z niewielu kłębami dwukielkowymi, trzeba więc przyjąć, że obok zasadniczego czynnika  $mm$  występować mogą dodatkowe czynniki modyfikujące jego działanie. W krzyżówkach rasy SLC 101 z normalnymi burakami cukrowymi cecha wielokielkowości okazała się dominującą ale niecałkowicie, gdyż u roślin pokolenia  $F_1$  liczba kwiatków w kłębikach była o około 20% mniejsza niż u wielokielkowych rodziców, a poza tym występowała u nich pewna ilość kłębów jednokielkowych. Procent tych jednokielkowych kłębów wzrastał, gdy do krzyżówki użyto jako wielokielkowego partnera formę dwukielkową. Gdy kłębki jednokielkowe występowały w kątach liści, rosły tam razem z odgałęzieniami, więc odmiennie niż u homozygotycznych form rasy SLC 101.

Potomstwo  $F_2$  powstałe z samozapylenia  $F_1$  wydawało około 25% roślin jednokielkowych. Wydzielające się w pokoleniu  $F_2$  jednokielkowe formy samozapylone lub skrzyżowane pomiędzy sobą dają wyłącznie jednokielkowe potomstwo, które nadal wiernie dziedziczy tę cechę. Krzyżówki zwrotne rozszczepiają się jednakowo.

Rasa SLC 101 posiada czerwono zabarwiony hypokotyl. Cecha ta, warunkowana dominującym czynnikiem dziedzicznym  $R$  w stanie homozygotycznym, jest pomocna w pracach hodowlanych; przy krzyżowaniu bowiem z formami o bezbarwnym hypokotyli pozwala ona rozpoznać faktyczne mieszańce w potomstwie rodzica o bezbarwnym hypokotyli. Aby wprowadzić cechę jednokielkowości z rasy jednokielkowej w wielokielkową odmianę, krzyżuje się je pomiędzy sobą. Użyta rasa jednokielkowa może być samopłodna lub samojąłowa. W przypadku użycia rasy samojąłowej mają zastosowanie metody hodowli roślin obcopylnych. Po skrzyżowaniu roślin parami lub przy pomocy wymiennych torebek uzyskane pokolenie  $F_1$  składa się wyłącznie z wielokielkowych roślin, gdyż czynnik dziedziczny względnie allela wielokielkowości  $m^+$  dominuje w stosunku do recesywnego czynnika względnie alleli jednokielkowości  $m$ . Gdy stosować selekcję masową, osobniki pokolenia  $F_1$  wysadza się w grupie do swobodnego przepylenia. W otrzymanym pokoleniu  $F_2$  usuwa się przed kwitnieniem

rośliny wielokielkowe, a nasiona roślin jednokielkowych zbiera się razem. W przypadku selekcji indywidualnej rośliny pokolenia  $F_1$  wysadza się izolowanymi parami, zbiera się z nich nasiona pokolenia  $F_2$  i z roślin jednokielkowych tego pokolenia tworzy się pary następnego pokolenia. Ustabilizowane jednokielkowe linie rozmnaża się i sprawdza ich przydatność kombinacyjną w próbnym krzyżowaniach. Elitę zestawia się z najlepszymi pokoleń  $F_3$  lub dalszych.

W przypadku użycia jako źródła czynnika  $m$  samopłodnej jednokielkowej rasy, krzyżuje się ją z obraną samojałową wielokielkową odmianą i otrzymuje się samopłodne wielokielkowe pokolenie  $F_1$ , które następnie krzyżuje się wstecznie z wielokielkowym samojałowym rodzicem. W otrzymanym pokoleniu wstecznym  $B_1$  wszystkie rośliny są wielokielkowe; połowa z nich jest samojałowa, a połowa samopłodna. Z tego pokolenia wybiera się rośliny samojałowe, które w następnym pokoleniu  $B_{(1)2}$  rozszczepiają się na wielo- i jednokielkowe i te ostatnie są przedmiotem selekcji. Wybór osobników samojałowych z pokolenia  $B_1$  odbywa się w ten sposób, że część kwiatostanu każdej rośliny izoluje się w torebce pergaminowej i w dwa do trzech tygodni od rozpoczęcia kwitnienia można rozpoznać rośliny samopłodne i wydzielić je. Stosując zabieg wstecznego krzyżowania, nasycy się równocześnie, wydzielające się w pokoleniu  $B_{(1)2}$  osobniki jednokielkowe, dodatnimi cechami wartościowej wielokielkowej odmiany. Jednokielkowe rośliny samojałowe z pokolenia  $B_1$  można wysadzać w grupie dla swobodnego przepylenia, z czego otrzymuje się pokolenie  $B_{(1)2}$ , albo też można zestawiać je parami do przekrzyżowania lub krzyżować je wzajemnie przy pomocy wymiennych torebek pergaminowych. W tym drugim przypadku otrzymuje się potomstwo samojałowe, w którym jest po 50% osobników jedno- i wielokielkowych. Po selekcji roślin samojałowych wielokielkowych, w pokoleniu  $B_{(1)2}$  można zastosować drugie krzyżowanie wsteczne  $B_2$  z formą wielokielkową. W potomstwie takiej krzyżówki wybiera się tylko rośliny mieszańcowe, więc wielokielkowe, a z następnej generacji wydziela się samojałowe jednokielkowe rośliny i łącząc je zestawia się elitę. Stosując dwukrotną selekcję i dwukrotne krzyżowanie wsteczne otrzymuje się elitę po 6—7 generacjach.

Gdy wybrane z pokolenia  $B_1$  osobniki samojałowe wielokielkowe zapylić pyłkiem mieszańca  $F_1$  krzyżówki formy jednokielkowej z odmianą normalną samojałową, to otrzymane potomstwo będzie zawierało 12,5% roślin jednokielkowych, w których będzie po połowie osobników samopłodnych i samojałowych.

Można też wybrane z pokolenia  $B_1$  rośliny samojałowe wielokielkowe zapylić pyłkiem roślin jednokielkowych pochodzących z pokolenia  $F_2$  mieszańców zawierających osobniki homo- i heterozygotyczne pod

względem samojałowości. Potomstwo takiego zapylenia będzie zawierało w najbliższej generacji 25% roślin jednokielkowych, z których 75% będzie samopłodnych, a tylko 25% samojałowych. Z całego potomstwa uzyskać więc można 6,25% roślin jednokielkowych samojałowych. Włączając w cykl hodowlany metodę chowu wsobnego, można w obrębie wyselekcjonowanej jednokielkowej rasy wytworzyć linie zróżnicowane pod względem cech fizjologicznych i użytkowych.

Po skrzyżowaniu samopłodnej rasy SLC 101 z populacją wielokielkową samojałową otrzymuje się różnorodne genetycznie samopłodne potomstwa  $F_1$ , które rozmnożone wsobnie wykazują w pokoleniu  $F_2$  dużą różnorodność w cechach użytkowych. Wobec jednolitości genetycznej rasy SLC 101 selekcja najlepszych potomstw  $F_2$  jest selekcją najlepszych gamet z wielokielkowej populacji. Wskazówką udania się krzyżówki jest samopłodność pokolenia  $F_1$  lub barwa hypokotyłu, jeżeli do krzyżowania użyto formy wielokielkowej o hypokotyłu bezbarwnym.

Zamiast przeprowadzać samopłodną rasę w samojałową, można posługiwać się jej plazmatycznie męskojałową postacią. Aby móc rozmnażać i utrzymać męskojałową formę w stanie niezmienionym, trzeba, jak wiadomo, posiadać obupłciową linię „O”, nie przywracającą płodności pyłku (5). Znalezienie linii „O” w obrębie ras jednokielkowych ma być stosunkowo łatwe, gdyż rasy te zawierają duży procent roślin z czynnikami jałowości plazmatycznej pyłku. Zwłaszcza wśród rozszczepień pokolenia  $F_2$  krzyżówek rasy SLC 101 z różnymi odmianami spotykano często rośliny typu linii „O”.

Zamiast poszukiwać formy „O” dla danej męskojałowej jednokielkowej linii, można zastosować prostszy sposób, polegający na tym, że jednokielkową męskojałową linię zapyła się jednokielkową samojałową formą otrzymaną z uprzedniej krzyżówki formy wielokielkowej z jednokielkową. W otrzymanym z tego zapylenia potomstwie znajduje się zwykle 60—80% osobników męskojałowych jednokielkowych, a resztę stanowią rośliny pół-męskojałowe i płodne. Z takich potomstw wybiera się rośliny męskojałowe przez kilka generacji identycznych zapyleń i uzyskuje się w ten sposób męskojałowy odpowiednik jednokielkowej linii, która przy jego rozmnażaniu zastępuje linię „O”. Męskojałowy odpowiednik służy do badania przydatności kombinacyjnej jego właściwej, jak również innych linii, a może także być użyty do wyprodukowania z niego mieszańcowego nasienia oryginalnego. Wtedy jednak konieczne jest sprawdzanie męskojałowości w generacjach materiału matecznego oraz elity i usuwanie niecałkowicie męskojałowych roślin. Przy tym uproszczonym sposobie postępowania można spodziewać się, że na szczeblu produkcji oryginału w materiale męskojałowym znajdzie się domieszka osobników wytwarzających pyłek. Domieszka ta nie odgrywa znaczniej-



szej roli przy zapyleniu, gdyż aktywność pyłku roślin z męskojałową plazmą jest znacznie mniejsza od aktywności pyłku zapylacza z normalną plazmą.

Dla celów praktycznych istotny jest stopień kielkowości zebranych dojrzałych nasion, natomiast dla celów badawczych ważne są stosunki, jakie istnieją w okresie kwitnienia; część bowiem kwiatków, które nie wydały nasion, uchyla się spod obserwacji.

Odmiany buraków cukrowych normalnych są mieszaniną genetycznych ras różniących się ilością kwiatków w kłębiku. Wskazuje na to zmienność w ilości kwiatków w kłębiku w pokoleniu  $F_1$ , która jest większa gdy skrzyżować formę jednokielkową z wielokielkową populacją, niż gdy ją skrzyżować z linią wsobną lub z klonem. Podobne różnice w skali zmienności powyższej cechy zachodzą w krzyżówkach wstecznych zależnie od tego czy pokolenie  $F_1$  krzyżuje się wstecznie z wielokielkową populacją, czy z genotypem.

Dziedzicznego uwarunkowania cechy kwiatkowości dowodzi odmienne zachowanie się potomstw krzyżówek, zależnie od stopnia kwiatkowości formy wielokielkowej użytej do krzyżowania z rasą SLC 101 (8, 9). Gdy do krzyżowania użyta była zwykła forma wielokielkowa o przeciętnej liczbie 200—250 kwiatków na 100 kłębików, to w pokoleniu  $F_2$  występowało jednoczynnikowe rozszczepienie na recesywne osobniki jednokwiatkowe i dominujące wielokwiatkowe, z wyraźnym ich rozgraniczeniem i brakiem form przejściowych o 110—150 kwiatków na 100 kłębików, czyli bez wydzielania się form niskokwiatkowych. Podobnie przedstawiały się stosunki, gdy użyto do krzyżówki formy wielokwiatkowej o wybitnie wysokiej liczbie kwiatków na 100 kłębików (300/100). Różnica polegała tylko na tym, że w szeregu rozdzielczym rozszczepień  $F_2$  przeciętna liczba kwiatków na kłębik roślin wielokwiatkowych przesunęła się w kierunku wyższej kwiatkowości i powiększył się odstęp pomiędzy tą przeciętną a jednokwiatkową grupą osobników. Liczba kwiatków na kłębik u wielokwiatkowej formy rodzicielskiej nie miała wpływu na procentową liczbę roślin recesywnych jednokwiatkowych, jakie wystąpiły w rozszczepieniach pokolenia  $F_2$ .

Gdy do krzyżowania użyta była forma niskokwiatkowa z przeciętną liczbą 180—190 kwiatków na 100 kłębików, potomstwo  $F_1$  miało kłębiki jedno- i dwukwiatkowe, a w pokoleniu  $F_2$  wystąpiło rozszczepienie na rośliny jedno- i dwukwiatkowe. Wśród dwukwiatkowych były także rośliny z przeciętną liczbą 120—170 kwiatków na 100 kłębików, a rośliny trzykwiatkowe w ogóle nie wystąpiły.

Gdy do krzyżowania użyto roślinę dwukielkową rasy SLC 100 o przeciętnej liczbie 172 kwiatków na 100 kłębików, pokolenie  $F_2$  rozszczepiało się na rośliny jedno- i dwukwiatkowe z szeregiem form pośrednich

o liczbie 110—130 kwiatków na 100 kłębików. Krzywa częstotliwości posiadała dwa szczyty — jeden stanowiły formy jednokwiatkowe, drugi przypadał przy wartości formy rodzicielskiej SLC 100, zaś pomiędzy szczytami rozmieszczone były różne formy pośrednie. Średnia liczby kwiatków na kłębik jest tutaj niższa aniżeli w pokoleniu  $F_2$  krzyżówek SLC 101 z zwykłą formą wielokwiatkową. Rośliny pokolenia  $F_2$  jednokwiatkowe wydawały w pokoleniu  $F_3$  wyłącznie jednokwiatkowe potomstwo, rośliny o największej liczbie kwiatków na kłębik też utrzymywały w pokoleniu  $F_3$  swój charakter, zaś rośliny pośrednie rozszczepiały się podobnie do rozszczepień w pokoleniu  $F_2$ . W potomstwach pokoleń  $F_2$  i  $F_3$  nie wystąpiły rośliny z trzema lub więcej kwiatkami.

Opierając się na przeprowadzonych badaniach, V. F. Savitzky przyjmuje, że cecha kielkowości względnie kwiatkowości jest warunkowana przez serię wielokrotnych alleli zlokalizowanych w tym samym chromosomie, w locusie  $m$ . Poszczególne allele warunkują następujące typy kielkowości:

$m$  — typ jednokielkowy naturalny reprezentowany przez linię wsobną SLC 101;

$m^1$  — typ niskokielkowy reprezentowany przez linię wsobną SLC 100;

$m^{Br}$  — typ wielokielkowy z przeciętną liczbą trzech kwiatków na kłębik, występujący w większości odmian buraków cukrowych, pastewnych i jadalnych, warunkowany jedną allelą lub grupą pokrewnych alleli;

$m^{zz}$  — typ wielokielkowy z szczególnie dużą liczbą kwiatków w kłębiku, wyizolowany z odmiany KW-ZZ.

Niezależnie od zasadniczych czynników wchodzących w skład wielokrotnej serii alleli, trzeba przyjąć jeszcze istnienie pewnych dodatkowych czynników dziedzicznych modyfikujących efekt czynników podstawowych. Omówione wyżej wyniki badań nad mieszańcami ras buraków cukrowych o różnej liczbie kwiatków na kłębik stanowią wskazówki dla postępowania przy hodowli odmian jednokielkowych na bazie rasy SLC 101, jak również przy hodowli odmian niskokielkowych, które doprowadzić można do wysokiego stopnia nieustabilizowanej jednokielkowości.

E. Knapp (10), rozpatrując zagadnienie dziedziczenia cechy jednokielkowości w badaniach własnych, doprowadzonych na razie do pokolenia  $F_1$  krzyżówek odmian jednokielkowych — amerykańskiej, rosyjskiej i Schreibera z odmianą wielokielkową KW-Norta, potwierdził obserwacje V. F. Savitzky'ego co do niezupełnego dominowania cechy wielokielkowości.

Ponadto krzyżując z sobą jednokielkowe odmiany — amerykańska  $\times$  rosyjska, rosyjska  $\times$  Schreiber, otrzymał pokolenia  $F_1$ , które nie

osiągnęły stopnia jednokielkowości form rodzicielskich, nie było w ogóle osobników całkowicie jednokielkowych i wystąpiło wyraźne transgresywne przesunięcie w kierunku wielokielkowości. Przyczyny występującej transgresji stara się autor wyjaśnić heterozygotycznością locusu  $m$  w pokoleniu  $F_1$ , która powstała po skrzyżowaniu roślin różnej proveniencji, co mogło spowodować tendencję w kierunku wielokielkowości, albo zakładając identyczność alleli  $m$  we wszystkich trzech odmianach, mogło po ich skrzyżowaniu zajść zjawisko podobne do heterozji, spowodowanej heterozygotycznością pozostałej części genotypu. Wydaje się jednak, że przyczyna obserwowanego zachowania się mieszańców leżała w tym, iż wszystkie lub niektóre użyte do krzyżowania odmiany nie miały charakteru jednokielkowości absolutnej warunkowanej allelą  $m$  w stanie homozygotycznym.

Opierając się na swoich badaniach, autor stwierdza, że w odmianach rosyjskiej i Schreibera słabiej wyraża się cecha jednokielkowości niż w odmianie amerykańskiej i tłumaczy to albo istnieniem w tych odmianach różnych alleli w locusie  $m$ , albo że, w przypadku identyczności alleli, pozostała konstytucja genetyczna mogła wpływać na stopień wystąpienia jednokielkowości.

Roślina jednokielkowa wydaje jednokielkowe kłębki bez względu na rodzaj zapylenia. W wyniku krzyżowania tylko nasionka są mieszańcami. Wobec tego jako zapylacza rasy jednokielkowej użyć można dowolnie jedno- lub wielokielkowej linii, populacji lub pokoleń mieszańców dobranych według efektu heterozyjnego, jaki powodują, a pomimo tego nasiona zebrane z matek jednokielkowych są wyłącznie jednokielkowe. Z tego korzysta się przy produkcji nasion oryginalnych w ten sposób, że zbiera się razem nasiona z jednokielkowych matek i wielokielkowego zapylacza, a następnie oddziela się na sitach duże wielokielkowe nasiona.

Jednokielkową diploidalną rasę buraka przeprowadzono w USA w formę tetraploidalną. Przy pomocy kolchicynowania siewek uzyskano jednokielkowe formy tetraploidalne z poddanych zabiegowi roślin diploidalnych, wybranych do tego celu z jednokielkowych linii wsobnych samopłodnych  $S_3$ , z linii męskojałowych i z samopłodnej populacji. Rośliny tetraploidalne otrzymane z samopłodnych linii wsobnych rozwijały się normalnie, a wiele z nich wyróżniało się typowymi dla tetraploidów cechami — grube, okrągłe, ciemnozielone liście, mocny pęd, duże pączki. Nie wystąpiły rośliny z defektami ani skarłowaciałe, natomiast wytwarzanie pyłku i samopłodność były gorsze niż u roślin, które nie zareagowały na działanie kolchicyny i pozostały diploidami. Znamienne było pojawienie się dużej ilości roślin męskojałowych (22,7%). Ponadto wystąpiły rośliny z dostateczną ilością normalnego

pyłku ale bez zdolności samozapylenia. Pozostałe rośliny były w większym lub mniejszym stopniu samopłodne. Ogólnie rośliny tetraploidalne wytworzone z linii wsobnych, pomimo normalnego rozwoju wegetatywnego, miały znacznie osłabioną zdolność rozrodczą w porównaniu z materiałem wyjściowym.

Tetraploidy otrzymane z linii męskojałowych były w wysokim stopniu męskojałowe, miały przezroczyste, całkowicie puste pylniki. Tetraploidy otrzymane z samopłodnej populacji posiadały normalne żółte pylniki z aktywnym pyłkiem, wydały normalne dobrze kiełkujące nasiona i bujne siewki. Rośliny tetra jednokiełkowe nie różniły się co do ilości wytwarzanego pyłku i zdolności osadzania nasion od tetraploidów wielokiełkowych.

Pierwsze generacje wytworzonych tetraploidów miały liście jasnozielone, jaśniejsze od wyjściowych diploidów, a różnica zacierała się dopiero w generacjach  $C_3$  —  $C_4$ . Także produktywność pierwszych generacji tetraploidów była niższa od diploidów, a wyrównanie następowało dopiero w generacjach  $C_3$  —  $C_6$ . Efekt krzyżowania rodów tetra był znacznie większy niż w materiale diploidalnym. Ilość wytwarzanego pyłku przez rośliny tetra  $C_0$  była mniejsza niż u roślin diploidalnych, ale wystarczająca i poprawiała się w dalszych generacjach. Osadzanie nasion w warunkach polowych było normalne w generacji  $C_1$  i w następnych, pomimo że zachodziła nieznaczna jałowość, spowodowana tworzeniem się pewnej ilości nieżywotnych gamet. Kłębki tetraploidów były większe niż u diploidów.

W dwuletnich badaniach porównawczych stwierdzono, że tetraploidy przewyższały rody wyjściowe w plonie korzeni o 8—18%, natomiast dość znacznie obniżyła się w nich zawartość cukru.

Gdy rośliny jednokiełkowe tetra linii wsobnej  $S_3$  zapyłono pyłkiem rośliny wielokiełkowej samojałowej tetra, otrzymano wybitnie bujne pokolenie  $F_1$  o wielokiełkowych nasionach, z tym że na końcach pędów wielokiełkowych nasienników była niewielka ilość kłębków jednokiełkowych. Poszczególne rośliny pokolenia  $F_1$  różniły się znacznie pod względem stopnia wykształcenia pyłku, były bowiem rośliny o pyłku normalnym i o częściowo lub całkowicie zdegenerowanym. Rośliny  $F_1$  samozapylane lub krzyżowane pomiędzy sobą wykazały prawie całkowitą niezgodność krzyżówkową i wydały najwyżej po kilka nasion. Gdy zapyłono kilka roślin powyższego pokolenia  $F_1$  pyłkiem samopłodnych i samojałowych roślin diploidalnych lub tetraploidalnych, potomstwo było całkowicie samojałowe, w przeciwieństwie do zachowania się analogicznego pokolenia  $F_1$  diploidalnej krzyżówki roślin samopłodnych i samojałowych, które jest całkowicie samopłodne. Otrzymane z takiego krzyżowania samojałowe i pomiędzy sobą jałowe pokolenie  $F_1$  może

być w praktyce hodowlanej użyte do wytwarzania podwójnych mieszańców tri- i tetraploidalnych.

Omówione badania właściwości biologicznych, otrzymanych drogą sztuczną, jednokielkowych tetraploidów zawierają cenne wskazówki dla hodowcy, którego zadaniem jest wyhodowanie dobrej jednokielkowej odmiany buraków.

Na tetraploidalnej jednokielkowej formie buraka oparta jest, wyhodowana przez Zakład Buraka IHAR w Bydgoszczy, polska odmiana Poly-Mono-IHAR. Jednokielkową formę tetra krzyżuje się na szczeblu produkcji oryginału z diploidalnym, niskokielkowym, wysokocukrowym komponentem. Nasienie oryginalne jest więc mieszaniną kłębków jedno- i niskokielkowych. Ponieważ stwierdzono niską zdolność kiełkowania rodów tetra, stanowiących komponent elity Poly-Mono-IHAR, wprowadzono w ostatnich latach w sposobie wytwarzania tej odmiany zmianę tego rodzaju, że jako komponenta tetraploidalnego używa się mieszańców buraków jednokielkowych z wielokielkowymi. Mieszańce pokolenia  $F_1$  i dalszych mają mieć wybitnie podwyższoną płodność i żywotność w porównaniu z formami rodzicielskimi, a składają się z kłębków jedno- i dwukielkowych z 5% domieszką kłębków wielokielkowych (11).

Poprzednio już wspomniano, że V.F. Savitzky w badaniach swoich posługiwał się dwukielkową linią wsobną SLC 100 o przeciętnej liczbie 172 kwiatków na 100 kłębików. Gdy linia ta skrzyżowana została z dwukielkową rasą innego pochodzenia o podobnej przeciętnej liczbie kwiatków na kłębik, to otrzymane pokolenie  $F_1$  było niskokwiatkowe i rozszczepiało się w pokoleniu  $F_2$  na szereg form niskokwiatkowych. W rozszczepieniach nie wystąpiły formy jednokwiatkowe ani trzy lub więcej kwiatkowe. Rośliny z najmniejszą przeciętną liczbą kwiatków na kłębik wytwarzały około 72% kłębików jednokwiatkowych. Selekcja roślin o wysokim procencie jednokwiatkowych kłębików w obrębie rozszczepień tej krzyżówki, jak również w ramach linii wsobnej SLC 100, nie zdołała doprowadzić do wyhodowania jednokielkowej odmiany, natomiast otrzymano formę dwukielkową, która zachowała tę cechę w następnych pokoleniach.

Odmiany dwukielkowe z dużym procentem jednokielkowych kłębków mogą w praktyce rolniczej spełniać rolę jednokielkowej odmiany właściwej; trzeba bowiem przyjąć, że pewna ilość dwukielkowych kłębków wyda tylko po jednej siewce. Zwłaszcza w niezbyt korzystnych warunkach uprawy użycie do siewu dwukielkowej odmiany zmniejsza ryzyko wschodów. Ponieważ odmianę dwukielkową można wyhodować na bazie wielokielkowych wartościowych odmian, więc odpada trudna praca hodowlana nad poprawą niskiej zwykle produktywności jednokielkowej

formy wyjściowej, niezbędna przy hodowli jednokielkowej odmiany właściwej.

Ostatnie, prowadzone w Niemczech prace nad wyhodowaniem jednokielkowych odmian opierają się na wyszukanych dwukwiatkowych formach (2, 12). Przy selekcji stosuje się tam kryterium tzw. szczytowej kwiatkowości (Höchstblütigkeit). Wobec dużej zmienności fluktuacyjnej, jakiej podlega cecha kielkowości względnie kwiatkowości w odmianach wielokielkowych pod wpływem warunków zewnętrznych, na poważne trudności napotyka opracowanie genetyczne tej cechy. Ocena na podstawie liczby kwiatków na 100 kłębików jest przeto nie dość ścisła. W poszukiwaniu cechy mniej podlegającej zewnętrznym wpływom zauważono, że maksymalną kwiatkowość rośliny określić można z liczby kwiatków przypędowych wyrastających z boku pędu. Liczba kwiatków przypędowych powiększona o jedność stanowi kwiatkowość szczytową i wyraża maksymalną możliwą kwiatkowość danej rośliny. Szczytowa kwiatkowość charakteryzuje więc możliwości rośliny pod względem kwiatkowości, stwierdzono bowiem na obszernym materiale, że żadna z badanych roślin nie przekroczyła tej liczby kwiatków, jaka wynikała z kwiatkowości szczytowej obliczonej z kwiatków przypędowych, a większość roślin miała maksymalną kwiatkowość niższą od szczytowej. Badając znaczną ilość nasienników z tej samej partii, wysadzonych w dwóch różnych stanowiskach, stwierdzono, że cechy przeciętnej i maksymalnej kwiatkowości kłębików są bardzo zmienne i zależne od środowiska, podczas gdy kwiatkowość szczytowa nie zmieniała się i sprawdzona testem zgodności wykazała zupełną jednorodność materiału pochodzącego z dwóch różnych stanowisk.

W toku dotychczasowych prac stwierdzono związek, jaki zachodzi pomiędzy liczbą pędów bocznych a kwiatkowością. U roślin o równej szczytowej kwiatkowości mała liczba pędów bocznych drugiego rzędu była skorelowana z dużą liczbą kwiatków na kłębik i odwrotnie. Wysoka dawka azotu, powodująca bujny rozwój wegetatywny, zmniejszała równocześnie liczbę kłębików wielokwiatkowych. Przy wąskiej rozstawie nasienników zmniejszała się liczba kwiatków w kłębiku.

Cechę szczytowej kwiatkowości można wykorzystać przy selekcji nasienników także w hodowli jednokielkowej. Przy jej pomocy już w wczesnym stadium wegetacji, przed rozwinięciem się kwiatków, można usuwać niepożądane formy, a pozostawić osobniki najbliższe obranego celu. Posługując się tą cechą trzeba porównać liczbę kwiatków przypędowych na większej ilości pędów.

Wyszukane w toku prowadzonych powyższych prac badawczych rośliny dwukwiatkowe były samojałowe, a nasiona otrzymane z swobodnego zapylenia w obrębie wielokwiatkowej populacji dały potom-

stwo wyłącznie wielokwiatkowe z wysokim procentem dwukwiatkowych i małym procentem jednokwiatkowych kłębików. W pokoleniu  $F_2$  wystąpiły rośliny dwukwiatkowe z liczbą jednokwiatkowych kłębików w granicach 5—54%. Po skrzyżowaniu roślin dwukwiatkowych otrzymano potomstwo z ustaloną cechą dwukwiatkowości, w którym usiłują hodowcy możliwie zwiększyć procent jednokwiatkowych kłębików.

Do kategorii odmian dwukielkowych należy polska odmiana Bi-IHAR, wyhodowana w Zakładzie Buraka IHAR (13). Hodowlę tej odmiany oparto na kilku osobnikach wybranych z wielokielkowej populacji, wyróżniających się dużym procentem dwukielkowych nasion. Stosując selekcję na cechę dwukielkowości, chów siostrzany, a następnie krzyżowanie linii, uzyskano materiał o wysokim stopniu dwukielkowości, przy równoczesnym dużym procencie kłębików jednokielkowych. Odmiana nie jest ustalona pod względem cechy dwukielkowości, czego dowodzi stwierdzone cofanie się tej cechy w rozmnożeniu próbnego oryginału. W próbnej uprawie polowej stwierdzono, że dwukielkowe nasiona, zwłaszcza drobniejsze (2—3 mm), wydają przeważnie po jednym kielku, więc praktycznie spełniają rolę jednokielkowych, zaś zawarte w materiale nasiennym grubsze kłębki dwukielkowe (3—4,5 mm), wydające przeważnie po dwa kielki i domieszka nasion trzykielkowych, zabezpieczają wschody w mniej korzystnych warunkach uprawy.

Duży trud włożony w wyhodowanie jednokielkowej odmiany buraków będzie wtedy owocny, gdy odmiana taka będzie odpowiadała wymaganiom co do jej produktywności, a nasiona będą posiadały wysoką zdolność kiełkowania i kształt umożliwiający precyzyjny punktowy wysiew specjalnym siewnikiem.

Pierwsze wyprowadzone z rasy SLC 101 jednokielkowe linie wsobne odbiegały znacznie w ich wartości użytkowej od buraków normalnych i jako takie nie mogły spełniać jakiegokolwiek roli w produkcji. Okazało się jednak, że po skrzyżowaniu tych linii z różnymi wielokielkowymi odmianami, już w rozszczepieniach pokolenia  $F_2$ , a zwłaszcza  $B_{(1)2}$  otrzymuje się jednokielkowe potomstwo o wybitnie poprawionych cechach użytkowych (14, 15).

W przeprowadzonych doświadczeniach polowych przebadano produkty rozszczepień krzyżówek różnych linii jednokielkowych z formami męskojałowymi różnych wielokielkowych odmian i stwierdzono, że potomstwa wielokielkowe różniły się w cukrowości od jednokielkowych, zależnie od cukrowości użytej do krzyżówki jednokielkowej linii. Gdy do krzyżowania użyta była niskocukrowa jednokielkowa linia, to próba zmieszanych razem nasion jednokielkowych rozszczepień pokolenia  $B_{(1)2}$  wykazała wysoką plenność i przewyższała odmianę wzorcową w plonie

korzeni i w plonie cukru, przy czym cukrowość pozostała na niskim poziomie. Gdy zaś użyto w krzyżowaniu wysokocukrowej jednokiełkowej linii, próba nasion jednokiełkowych rozszczeń wykazała ich wysoką cukrowość, przy plonie cukru niższym o 25% od odmiany wzorcowej. Przypuszcza się, że zachodzi tutaj przypadek sprzężenia czynników dziedzicznych, warunkujących cechy jednokiełkowości i cukrowości. Gdy w jednokiełkowej linii zachodzi sprzężenie jednokiełkowości z niską cukrowością, to jednokiełkowe produkty rozszczeń nie osiągają wysokiej cukrowości, natomiast wysokocukrowe rozszczenia mogą wystąpić, gdy do krzyżowania użyta będzie linia, w której jednokiełkowość sprzężona jest z wysoką cukrowością.

Obserwacje dotychczasowe wskazują, że w tej samej grupie sprzężeń, wskutek lokalizacji w tym samym chromosomie, znajdują się czynniki dziedziczne warunkujące także inne cechy — plenność, odporność na cercosporę i curly top, plazmatyczną męskojałowość, późnospiechowość, bezspiechowość, zawartość popiołu i azotu. Ponieważ wszelkie cechy ilościowe warunkowane są większą liczbą genów wchodzących w różne grupy sprzężeń, więc powiązanie pomiędzy czynnikiem jednokiełkowości a jakąkolwiek cechą ilościową nie jest zupełne.

W wyżej przytoczonych doświadczeniach polowych można było stwierdzić wielką różnorodność otrzymanych nowych linii jednokiełkowych w zależności od biorących udział w krzyżówce form rodzicielskich. Stosując krzyżowanie wsteczne pokolenia  $F_1$  krzyżówki rasy SLC 101 z różnymi odmianami wielokiełkowymi, można spowodować zmianę stosunku cukrowości do plonu oraz wprowadzić do jednokiełkowej nowej formy cechy odporności na różne choroby.

Znamienne jest, że najwyższy plon korzeni i cukru przy stosunkowo wysokiej cukrowości otrzymano w potomstwie potrójnych mieszańców, w które wchodziła odmiana buraka pastewnego Ovana, a także tych, w których brał udział burak jadalny. Linie wsobne wyprowadzone z tych mieszańców wyróżniały się wysoką cukrowością. Użycie wczesnego buraka ćwikłowego egipskiego wniosło cechę wczesnego rozwoju korzenia. Obydwa potrójne mieszańce posiadały bardzo niską zawartość sodu (0,061—0,071) w porównaniu z wzorcem.

F. V. Owen i współpracownicy (16) przytaczają przykład dodatniego efektu otrzymanego po skrzyżowaniu męskojałowej jednokiełkowej populacji z wielokiełkową odmianą i stwierdzają, że męskojałowe mieszańce są równe w produktywności aktualnym odmianom handlowym i że mogą być produkowane z posiadanych materiałów hodowlanych.

H. F. Brewer i współpracownicy (21) podają, że po skrzyżowaniu odmiany handlowej GW 304 z rasą SLC 101 i pięciokrotnym krzyżowaniu wstecznym, przeniesiono cechę jednokiełkowości na rodzi-



ca GW bez straty plonu i innych cennych cech, a nawet zaznaczyła się zwyczajka cukrowości ponad zawartość cukru wielokielkowej formy rodzicielskiej.

Dla uzupełnienia informacji warto jeszcze przytoczyć obserwacje poczynione na produktach rozszczepeń krzyżówek wielokielkowych odmian amerykańskich odpornych na cercosporę z jednokielkową heterozygotyczną formą  $m n^+$  (17). W pokoleniu  $F_2$  wystąpiły uderzające różnice w żywotności, w kształcie i typie liścia, w budowie owocujących odgałęzień. Wiele roślin różniło się wybitnie od normalnych. Napotkano roślinę z nasionami zawieszonymi na szypułkach 3—4 mm długich. Były rośliny z nasionami tak mocno przywartymi do pędu, że ich omłot był niemożliwy. Wystąpiły znaczne różnice w wielkości nasion, tak całych kłębków, jak również zawartych w nich nasionek. Jedna roślina miała jednokielkowe kłębki wielkości kłębków wielokielkowej formy rodzicielskiej. W dalszym pokoleniu  $F_3$  pochodzącym z samozapylenia napotkano rośliny o takim samym stopniu odporności, jak odporna odmiana użyta do krzyżówki, oraz rośliny, które pod względem żywotności znacznie przewyższały jednokielkową rasę macierzystą.

Z omówionych wyników krzyżowań i doświadczeń widać, że opierając się w hodowli na jednokielkowej rasie SLC 101, można stosunkowo łatwo osiągnąć cel, jakim jest wyhodowanie odmiany jednokielkowej o wymaganej produktywności. W badaniach, o których była mowa, nie brały udziału jednokielkowe formy poliploidalne, które roją jeszcze większe nadzieje.

Dalszym wymaganiem stawianym nasionom jednokielkowym jest wysoka zdolność i energia kiełkowania oraz siła wzrostowa. Jest to wymaganie konieczne, jeżeli ma się osiągnąć szybkie wschody i pełny stan roślin w polu, a równocześnie stosować możliwie najmniejszą ilość wysiewu — około 6 kg nasion na 1 ha. Obecne wymagania co do kiełkowania jednokielkowych odmian wynoszą: siła kiełkowania w ocenie laboratoryjnej 70%, wschody w polu — minimum 44%. Jako optymalny odstęp punktów w rzędzie przyjmuje się odległość 5 cm, co daje teoretycznie 200, a praktycznie 180 punktów na 10 m. b. Ponieważ żąda się, aby przed przerywką było co najmniej 80 roślin na 10 m. b., więc odpowiada temu, przy odstępach siewu 5 cm, najmniejszy dopuszczalny procent wschodów, wynoszący 44% (18).

Oryginalna rasa SLC 101 posiadała drobne kłębki; ciężar tysiąca sztuk wynosił 5—6 gramów. Tak drobne kłębki były nieprzydatne dla praktyki; udało się jednak przewyciężyć tę ujemną cechę, gdyż z rozszczepeń w pokoleniach  $F_2$  i  $F_3$  krzyżówek rasy SLC 101 z odmianami wielokielkowymi otrzymano linie o stosunkowo dużych jednokielkowych kłębkach, o ciężarze tysiąca sztuk 20—25 gramów (19, 20). W potom-

stwach tych, a także pomiędzy liniami wsobnymi, wystąpiła bardzo duża zmienność ciężaru kłębków. W liniach o dużych kłębkach ciężar tysiąca sztuk dochodził do 25—30 g, w liniach o kłębkach drobnych wynosił 6—10 gramów. Natomiast zmienność ciężaru kłębków w obrębie linii wsobnych i pojedynczych roślin jednokielkowych jest znacznie mniejsza niż u wielokielkowych.

Próby nasion jednokielkowych linii o dużych kłębkach podzielono na sitach na trzy klasy wielkości, określono wagę kłębków w poszczególnych klasach, wagę wydobytych z nich nasionek, zdolność kiełkowania, a w założonych doświadczeniach zbadano stan w polu i cechy użytkowe. Ciężar kłębków i nasionek poszczególnych klas przedstawia tabela.

*Ciężar 1000 sztuk w gramach*

	Klasy kłębów					
	duże		średnie		drobne	
	od—do	średnio	od—do	średnio	od—do	średnio
Kłębki	18—24	21,1	11—14	13,1	8—9	9,4
Nasionka	2,5—3,5	2,97	1,5—2,0	1,56	1,25—1,50	1,19

W końcowej zdolności kiełkowania nie było różnic pomiędzy klasami, jedynie taka, że nasiona drobne kiełkowały szybciej w próbie laboratoryjnej. W doświadczeniu polowym najstabszą obsadę miały półka obsiane nasionami klasy dużych kłębków, z przyczyn niewyjaśnionych. Nie było istotnej różnicy w cukrowości i plenności pomiędzy próbami nasion trzech klas wielkości. Z powyższego wynika, że w odmianie jednokielkowej kłębki drobne, o ciężarze tysiąca sztuk około 10 gramów, można uważać za pełnowartościowe. Z innych obserwacji wynika, że wschody w polu nasion o dużych kłębkach były bliższe ocenie laboratoryjnej, dzięki ich wysokiej sile wzrostowej, niż wschody nasion o kłębkach drobnych.

Kłębki jednokielkowe posiadają jeszcze tę właściwość, że nasionka w nich zawarte są większe i cięższe niż w kłębkach wielokielkowych. Ponieważ duże nasionka wydają mocniejsze i żywotniejsze siewki, przeto tę cechę jednokielkowych kłębków trzeba uznać za dodatnią.

Badania na omawiany temat przeprowadził V. F. Savitzky na znacznej ilości pokoleń  $F_2$ — $F_4$  krzyżówek rasy SLC 101 z wielokielkowymi odmianami. W jednym z potomstw  $F_2$  zebrane były nasiona z każdej rośliny oddzielnie. Kłębki zebrane z wielokielkowych roślin były cięższe od kłębków z roślin jednokielkowych. Natomiast ciężar nasionek był

wyższy o 25% w kłębках z roślin jednokielkowych. Podobne stosunki otrzymano w jednokielkowych rozszczepieniach po wstecznym krzyżowaniu w porównaniu z wielokielkowymi rozszczepieniami tego samego mieszańca. Jeszcze większą różnicę w ciężarze na korzyść nasionek pochodzących z jednokielkowej homozygotycznej linii *mm* otrzymano, gdy je porównano z nasionkami z kłębków jednokielkowych, odsianych z partii wielokielkowych nasion formy heterozygotycznej *mm*<sup>+</sup>. Ciężar tysiąca nasionek wykazywał dużą zmienność; w pewnych liniach wynosił średnio 3 gramy, w innych zaledwie 1 gram. Stwierdzona została ponadto bardzo wysoka dodatnia korelacja ( $r = 0,949$ ) pomiędzy ciężarem kłębków a ciężarem nasionek.

Aby przeprowadzić powyższe badania, wydobywano nasionka z kłębków w ten sposób, że kłębki były zalewane 4—5% roztworem kwasu solnego, po czym umieszczano je na pięć godzin w piecu przy temperaturze 50°C. Następnie przemywano kłębki wodą bieżącą przez trzy minuty i umieszczano je ponownie w piecu celem wysuszenia przy temperaturze 45—50°C. Potem suche kłębki wstrząsano w torebce lub rozcierano w woreczku, a nieuszkodzone nasionka wypadały z gniazdek.

Po przeprowadzeniu diploidalnych form jednokielkowych w stan tetraploidalny wzrasta wielkość i ciężar kłębka, a wobec istniejącej wysokiej dodatniej korelacji, wzrasta równocześnie wielkość i ciężar nasionek. Wynika to między innymi z badań przeprowadzonych w Zakładzie Buraka IHAR (9). Do badań użyte były nasiona Mono-IHAR, składniki — diploidalny i tetraploidalny, jednego z komponentów elity, nieustabilizowane pod względem stopnia kielkowości. Gdy nasiona te po otarciu podzielono na frakcje, stwierdzono, że w porównaniu z diploidami, tetraploidy miały cięższe kłębki i nasionka i znacznie przewyższały diploidy pod względem ciężaru jednomiesięcznej rośliny. W nasionach tetraploidalnych frakcje kłębków drobnych miały mniejszy udział, a w każdej poszczególnej frakcji ciężar kłębków i nasionek tetraploidalnych był wyższy od diploidalnych. Wyniki badań nad właściwościami jednokielkowych kłębków i nasionek pozwalają przewidywać skuteczność selekcji na wielkość i ciężar kłębków, która prowadzi będzie również do wzrostu ciężaru nasionek.

Prawidłowy zasiew nasion jednokielkowych, przyjmując dobre ich kiełkowanie i wschody, jest warunkiem uzyskania przy przerywce pełnych oszczędności. Zasiew taki może być dokonany tylko precyzyjnym siewnikiem, który umieszcza w glebie po jednym kłębku w punkcie w równych odstępach. Aby siewnik precyzyjny wysiewał nasiona jednokielkowe prawidłowo, muszą one posiadać odpowiedni kształt i wielkość oraz wymagają uprzedniego przygotowania. Najbardziej właściwy jest kształt nasion kulisty o gładkiej powierzchni, co osiąga

się przez otarcie nasion w takim stopniu, aby owocnia nie uległa uszkodzeniu. Wadliwe są nasiona płaskiego kształtu, gdyż przy siewie wpadają w jeden punkt po dwa nasiona. Z tego samego powodu niepożądane są nasiona zbyt drobne. Nasiona płaskie mają zredukowaną owocnię, która w nasionach normalnych gromadzi potrzebną do kiełkowania wilgoć i dostarcza ją nasionom; toteż nasiona takie mogą mieć zastosowanie tylko na gruntach nawadnianych.

Na dokładność wysiewu ma dalej wpływ jednorodność materiału nasiennego. Przygotowanie nasion polega na oddzieleniu kłębków lekkich, niewykształconych i wyprysniętych, otarciu nasion i odciążeniu pyłu, który zapełniając otwory w tarczach wysiewnych zmniejsza dokładność wysiewu, i na skalibrowaniu nasion dla otrzymania możliwie najbardziej zbliżonych do siebie ich wymiarów. Wymagany jest ścisły kalibraż, przy którym różnica pomiędzy największą i najmniejszą średnicą kłębków nie powinna przekraczać 0,8—1,0 mm. Opierając się na dotychczasowych danych można przyjąć, że straty przy ocieraniu nasion jednokiełkowych wynoszą około 30% w ciężarze kłębków, a około 50% w ich objętości. Wadliwe są także nasiona z odpadającym wieczkiem, z których wypadają nasionka przy omłocie. Osobniki z wadliwymi kłębkami eliminuje się przy selekcji.

Zasiewy nasion jednokiełkowych wykonane precyzyjnym siewnikiem, w przypadku stanu bez przepustów, dają oszczędność pracy ręcznej przy przerywce wynoszącą 50% kosztów przerywki zasiewów nasionami normalnymi. Ponadto bez szkody dla ostatecznego wyniku można opóźnić przerywkę, zwłaszcza gdy poprzedzi ją zastosowanie przerzedzaczy. W Belgii, gdzie pracę przy przecince i przerywce zmechanizowano dzięki wprowadzeniu siewu jednokiełkowych nasion, koszty przerywki obniżyły się z 4—5 tysięcy do 1 tysiąca franków belgijskich (18). Koszty przerywki obniżają się poważnie nawet wtedy, gdy użyć do siewu mieszanek nasion jednokiełkowych i normalnych w stosunku 5:2; wtedy bowiem można zastosować mechaniczną przecinkę, która zmniejsza ilość robocizny na pojedynkowanie.

Zagadnienie wprowadzenia do uprawy jednokiełkowych odmian buraków nie jest jeszcze w tej chwili w Polsce tak bardzo palące, jak w USA lub w krajach Europy Zachodniej, niemniej zagadnienie to narasta i nie powinno zaskoczyć polskich hodowców nieprzygotowanych do jego opanowania. Poza tym zagraniczni odbiorcy nasion z krajów, gdzie sprawa obsiewania plantacji buraczanych jednokiełkowymi nasionami jest aktualna, domagają się dostarczenia im tego rodzaju nasion. Trzeba więc już obecnie sprawę wyhodowania dobrych właściwych jednokiełkowych odmian buraka cukrowego uznać za naczelne zadanie polskich hodowli.

## LITERATURA

1. Mätzold G., Manske P.: Bedeutung und Versuchsergebnisse des bigermen Rübensaatgutes. Die deutsche Landwirtschaft, 1955.
2. Barocka K. H.: Die Selektion von einzelfrüchtigen Zuckerrübenpflanzen aus zweiblütigen Populationen. Vortrag I. I. R. B. 1962.
3. Brewbaker H. E., Wood R. R., Bush H. L.: Single Germ Seed. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1946.
4. Filutowicz A.: Hodowla odmian buraka cukrowego o owocach jednonasiennych. Biuletyn IHAR, 1956.
5. Hodowla buraka cukrowego. PWRiL 1962.
6. Savitzky V. F.: A Genetic Study of Monogerm and Multigerm Characters in Beets. Proceedings Amer. Sugar Beet Techn. 1952.
7. Owen F. V.: Inheritance of Cross and Selfsterility and Selffertility in *Beta vulgaris*. Journ. Agric. Res. 1942.
8. Savitzky H.: Selective Fertilisation Studies and Recovery of Selfsterile From Selffertile Races of Monogerm Sugar Beets. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1952.
9. Savitzky V. F.: Inheritance of the Number of Flowers in Flowercluster of *Beta vulgaris* L. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1954.
10. Knapp E.: Données experimentales sur la genetique des betteraves sucrières monocarpiques. Referat I. I. R. B. 1962.
11. Filutowicz A.: Rola wielkości i kształtu owocu buraków cukrowych odmian jednonasiennych diploidalnych i tetraploidalnych. Biuletyn IHAR 1961.
12. Barocka K. H.: Die Variabilität des Fruchtmerkmals Mehrblütigkeit von *Beta vulgaris* L. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 1960.
13. Radzimowski T.: Dotychczasowe wyniki hodowli buraków cukrowych o kłębach dwunasiennych. Biuletyn IHAR 1961.
14. Ryser G. K., Savitzky V. F.: Sugar Percent in Progenies Derived From Hybrids to Monogerm Sugar Beets. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1952.
15. Savitzky V. F., Ryser G. K.: Sugar Content in Mono- and Multigerm Sugar Beet Hybrids Carrying the gen m Isolated From Michigan Hybrid 18 and the Gen m From Variety U. S. 22/3. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1954.
16. Owen F. V., Murphy A. M., Smith C. H., Ryser G. K.: Preliminary Yield Tests With F<sub>1</sub> Male-sterile Monogerm Sugar Beets. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1954.
17. Stewart D.: Observations on F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> Generations of the Sugar Beet Hybrids Leaf Spot Resistant Multigerm × Monogerm SLC 101. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1952.
18. Byszewski St.: Nasiennictwo i agrotechnika jednokielkowych nasion buraczanych w świetle referatów wygłoszonych na XXV Kongresie I. I. R. B. 1962.
19. Savitzky V. F., Ryser G. K., Rush G. E., Parrish C. P.: Inter-relation Between Weight of Seed and Fruit and Utilitarian Characters in Inbred Lines and Hybrids of Monogerm Sugar Beets. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1954.
20. Savitzky V. F., Relation Between the Weight of Fruit and Weight of Germ in Mono- and Multigerm Beets. Proc. Amer. Sugar Beet Techn. 1954.
21. Brewbaker H. F., Oldemeyer R. K., Bush H. L.: Development of Monogerm Varieties of Sugar Beets by the Backcross Method. Journ. of the Amer. Sugar Beet Techn. 1960.