

ZBIGNIEW ZWIERZYKOWSKI

Zakład Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

MIĘDZYRODZAJOWY MIESZANIEC *LOLIUM MULTIFLORUM*  
LAM. × *FESTUCA ARUNDINACEA* SCHREB. W ŚWIETLE  
DANYCH Z LITERATURY

Od dłuższego już czasu w hodowli roślin podejmuje się próby otrzymania form użytkowych poprzez wykorzystanie mieszańców międzygatunkowych i międzyrodzajowych. Wśród traw pastewnych szczególnie interesującą grupę stanowią pod tym względem gatunki z rodzajów *Lolium* (życica) i *Festuca* (kostrzewa). Największe zainteresowanie badaczy budzą mieszańce międzyrodzajowe typu *Lolium-Festuca*, w których formami rodzicielskimi są następujące gatunki: *Lolium perenne* (życica trwała), *Lolium multiflorum* (życica wielokwiatowa), *Festuca pratensis* (kostrzewa łąkowa) i *Festuca arundinacea* (kostrzewa trzciniowa).

Pierwsze opisy spontanicznych mieszańców tego typu pochodzą już z końca XVIII w., natomiast pierwsze próby otrzymania mieszańców międzyrodzajowych drogą kontrolowanego krzyżowania znane są z końca XIX w. Mieszańce międzyrodzajowe przedstawiają często bardzo interesujące typy roślin, odznaczające się dużą bujnością i żywotnością. Rośliny pokolenia  $F_1$  uzyskane z krzyżowania komponentów o normalnym poziomie ploidalności są z reguły całkowicie niepłodne. U mieszańców takich pylniki podczas kwitnienia nie pękają i nie uwalniają pyłku, zaś pyłek wydobyty z woreczków pyłkowych jest w ogromnej większości zdegenerowany. Sterylne mieszańce mogą niekiedy wykazywać słabą płodność żeńską przy przekrzyżowaniach wstecznych z formami rodzicielskimi, jednak potomstwo uzyskane z takich przekrzyżowań jest najczęściej również całkowicie sterylne. Stąd też dawniejsze próby wykorzystania mieszańców międzyrodzajowych w praktycznej hodowli traw nie powiodły się, gdyż nie potrafiono przewyciężyć niepłodności mieszańców.

Dzisiaj bariera niepłodności mieszańców międzyrodzajowych nie stwarza już takich trudności, ponieważ znamy metody jej przewyciężania. Płodne formy alloploidalne (amfiploidalne) możemy otrzymać w dwojaki sposób: przez działanie kolchicyną na niepłodne mieszańce pokolenia  $F_1$ , lub też poprzez krzyżowanie gatunków, u których uprzednio podwojono liczbę chromosomów na drodze indukcji poliploidalnej (traktowanie kolchicyną).

Spośród wielu eksperymentalnie otrzymanych mieszańców międzyrodzajowych typu *Lolium-Festuca* w artykule tym omówiony zostanie mieszaniec między *Lolium multiflorum* i *Festuca arundinacea*. Mieszaniec ten jest ciekawy zarówno z teoretycznego punktu widzenia jak i ze względu na potencjalne możliwości wykorzystania tego mieszańca w hodowli traw.

Badania nad meiszańcem *Lolium multiflorum*  $\times$  *Festuca arundinacea* prowadzone są na dużą skalę w Anglii i USA, ponadto w mniejszym zakresie we Francji, RFN i Polsce, ostatnio również na Węgrzech i w Holandii. W badaniach tych używano jako gatunków rodzicielskich formy diploidalne *L. multiflorum* ( $2n = 2x = 14$ ), rzadziej formy tetraploidalne ( $2n = 4x = 28$ ) oraz formy heksaploidalne *F. arundinacea* ( $2n = 6x = 42$ ), rzadziej tetraploidalne ( $2n = 4x = 28$ ), oktoploidalne ( $2n = 8x = 56$ ), dekaploidalne ( $2n = 10x = 70$ ) i dodekaploidalne ( $2n = 12x = 84$ ). Rośliny  $F_1$  tych mieszańców są szczególnie interesujące ze względu na dużą bujność i żywotność oraz na duże możliwości produkcyjne. Krzyżując te dwa gatunki należące do różnych rodzajów, chodziło przede wszystkim o połączenie w jednym genotypie mieszańca różnych pożądaných cech, między innymi trwałości i zimoodporności kostrzewy trzcinowej z dużą wartością pastewną życicy wielokwiatowej.

Pierwsze dane dotyczące kontrolowanego krzyżowania tych gatunków pochodzą z pracy Ullmana (44), w której donosi on o niepublikowanych wynikach E. Vogta z 1931 roku. Vogt zapyłając *L. multiflorum* pyłkiem *F. arundinacea* uzyskał 12 ziarniaków z 21 zapyłonych kwiatków, natomiast z krzyżówki odwrotnej 11 ziarniaków z 38 zapyłonych kwiatków. Odnośnie kiełkowania tych ziarniaków i ewentualnego otrzymania mieszańców brak jest informacji.

Rośliny mieszańcowe  $F_1$  z tej krzyżówki otrzymał po raz pierwszy Crowder (15). Z kombinacji *L. multiflorum* ( $2x$ )  $\times$  *F. arundinacea* ( $6x$ ) uzyskał on 18 roślin, natomiast z kombinacji odwrotnej tylko 4 rośliny. Otrzymał lepsze wyniki, to jest wyższy procent osadzenia nasion i wyższy stopień ich kiełkowania, gdy gatunek o mniejszej liczbie chromosomów (*L. multiflorum*  $2n = 14$ ) użyty był jako forma mateczna. Uzyskane przez Crowdera mieszańce  $F_1$  miały  $2n = 28$  chromosomów, pylniki ich nie pękały, mieszańce były więc całkowicie sterylne. Przeprowadzone przez Crowdera przekrzyżowania wsteczne z gatunkami rodzicielskimi nie dały pozytywnego rezultatu.

Crowder badał także przebieg podziałów redukcyjnych w komórkach macierzystych pyłku (KMP) u 14 roślin  $F_1$ . W metafazie I obserwował przeciętnie około 79% biwalentów, 9% uniwalentów i 12% multiwalentów (III, IV, V, VI). Sposób w jaki zachowują się chromosomy w czasie mejozy, a zwłaszcza powstawanie asocjacji w formie biwalentów i multiwalentów implikuje różny stopień homologii chromosomów (lub geno-

mów) form rodzicielskich. Crowder zauważył, że 7 chromosomów *L. multiflorum* koniuguje z 7 chromosomami *F. arundinacea*. Na tej podstawie wysunął on hipotezę, że koniugujące ze sobą chromosomy tych dwóch gatunków pochodzą od wspólnego przodka, co wskazywałoby również na to, iż *F. arundinacea* jest gatunkiem alloploidalnym, w którego powstaniu brał udział przedstawiciel rodzaju *Lolium*. Crowder zwrócił uwagę na dużą żywotność roślin  $F_1$ . Pokolenie to z rolniczego punktu widzenia posiadało ponadto cechy bardziej pożądane niż te, które ma gatunek *F. arundinacea*. Uważał, że dalsze badania nad przewyciężeniem bariery niepłodności mieszańców  $F_1$  i uzyskaniem płodnych form alloploidalnych są celowe i mogą przynieść duże korzyści w hodowli traw.

Hertzsch (20) z krzyżówki *L. multiflorum* (2x)  $\times$  *F. arundinacea* (6x) otrzymał 15 roślin pokolenia  $F_1$ , natomiast z krzyżówki odwrotnej jedną roślinę mieszańcową. Wszystkie te mieszańce miały  $2n = 28$  chromosomów. Hertzsch przeprowadził również obustronną krzyżówkę pomiędzy tetraploidalną formą życicy wielokwiatowej, a heksaploidalną formą kostrzewy trzcinowej, uzyskując pentaploidalne mieszańce ( $2n = 35$ ). Z danych tych wynika, że procent otrzymanych roślin  $F_1$  był duży, gdy *L. multiflorum*, a więc gatunek o mniejszej liczbie chromosomów, stanowił formę mateczną, a szczególnie gdy była to forma diploidalna życicy wielokwiatowej.

Z dalszych danych przedstawionych przez Hertzscha (21) wynika, że wszystkie mieszańce odznaczały się bujnym wzrostem i zwiększoną żywotnością w porównaniu z gatunkami wyjściowymi, były jednak niepłodne. Wsteczna krzyżówka z *L. multiflorum* dała wynik negatywny, natomiast z krzyżówki wstecznej z *F. arundinacea* Hertzsch otrzymał dwie siewki.

Szczególne zainteresowanie badaniami nad omawianym mieszańcem obserwujemy z początkiem lat sześćdziesiątych, kiedy to dokonano syntezy alloploidalnej gatunków *L. multiflorum* (2x) i *F. arundinacea* (6x). Prace te przeprowadzono w Anglii (28, 29, 30, 31), w USA (9, 10) oraz w Polsce (37). Syntezy alloploidalnej gatunków *L. multiflorum* i *F. arundinacea* najczęściej dokonywano w ten sposób, że na niepłodne mieszańce  $F_1$  działano kolchicyną, otrzymując częściowo płodne formy o zdwojonej liczbie chromosomów. Kolchicyną traktowano przeważnie węzły krzewienia pędów wyizolowanych z roślin  $F_1$ , stosując 0,1—0,3% roztwór wodny kolchicyny przez okres 6—24 godzin.

Szerokie badania nad opisywanym mieszańcem przeprowadził Lewis (28, 29, 30, 31). Osadzenie nasion w stosunku do zapyłonych kwiatów, według danych Lewisa (30) wahało się w granicach 48—92%, a ich kiełkowanie od 11 do 87%. Krzyżówka odwrotna — *F. arundinacea* (6x)  $\times$  *L. multiflorum* (2x) dała o wiele niższy procent osadzenia nasion (1—16%).

z których żadne nie kiełkowało. Podobne wyniki uzyskał Beddows (4) — osadzenie nasion wynosiło od 17 do 56%, a ich zdolność kiełkowania od 29 do 83%. Krzyżówka odwrotna dała wynik negatywny. Prace Lewisa (31) i Beddowsa (4) potwierdzają wcześniejsze wnioski Crowdera (15) i Hertzscha (20, 21), że lepsze wyniki daje krzyżówka, w której formą macieczną jest *L. multiflorum*.

Uzyskane przez Lewisa (31) rośliny  $F_1$  były całkowicie sterylne. Pylniki tych roślin nie pękały i nie zawierały wcale lub zawierały bardzo mało żywotnego pyłku. Płodność żeńska badana w krzyżówkach wstecznych (BC) była również bardzo niska. Wszystkie rośliny pokolenia  $F_1$  miały  $2n = 28$  chromosomów. Po potraktowaniu mieszańców kolchicyną otrzymano 56-chromosomowe rośliny  $C_0$ , które wytwarzały kwiatostany z pękającymi pylnikami — były więc płodne. Lewis zauważył, że pękające pylniki zawierały zawsze ponad 40% żywotnego pyłku. Procent osadzenia ziarniaków u płodnych roślin  $C_0$  wahał się w granicach od 5 do 50. Z roślin tych Lewis uzyskał pokolenie  $C_1$ , a następnie  $C_2$ .

Liczba chromosomów w pokoleniu  $C_1$  była zmienna; znaleziono rośliny mające  $2n = 34, 50, 51, 52, 53, 54, 56$  i  $58$  chromosomów. Największą płodność wykazywały osobniki 56-chromosomowe, chociaż niektóre osobniki o innej liczbie chromosomów miały także dość wysoką płodność. W pokoleniu  $C_2$  rozrzut liczby chromosomów był również duży; obserwowano rośliny o  $2n = 40, 52, 53, 54, 55$  i  $56$  chromosomów, przy czym najczęściej występowały rośliny z liczbą chromosomów 52, 54 i 56. Lewis (31) stwierdził ponadto, że cecha płodności amfiploidów wykazuje dużą zmienność — od form z bardzo wysoką płodnością (80% osadzenia ziemniaków) do form całkowicie sterylnych. Badania cytologiczne wykazały, że niska płodność w tych wypadkach właściwa jest przede wszystkim aneuploidom. Lewis znalazł jednak jedną roślinę aneuploidalną ( $2n = 34$ ), która była stosunkowo wysoko płodna.

Lewis (31) badał przebieg mejozy w komórkach macierzystych pyłku u sterylnych roślin  $F_1$  i częściowo płodnych alloplodów ( $2n = 56$ ). W metafazie I mieszańców  $F_1$  obserwował 2,40—3,50 uniwalentów, 8,67—10,10 biwalentów, 0,50—0,90 triwalentów, 0,77—1,00 kwadriwalentów oraz 0,03—0,10 wyższych połączeń multiwalentnych (V—VII) przypadających na jedną komórkę. W pokoleniu  $C_1$  w zależności od badanej rośliny, obserwował odpowiednio: 1,73—5,46 (I), 22,33—25,23 (II), 0,40—1,07 (III), 0,33—0,67 (IV) i 0,00—0,13 (V).

W Polsce badania nad opisywanym mieszańcem rozpoczął Sulinowski (37, 40). Z krzyżówki *L. multiflorum* ( $2x$ )  $\times$  *F. arundinacea* ( $6x$ ) uzyskał 10 roślin  $F_1$ . Rośliny te posiadały kwiatostany typu wiechy o nie rozgałęziających się gałązkach bocznych. Kwiatostanem życicy wielokwiatowej jest ościsty kłos, natomiast kwiatostanem kostrzewy trzcinowej jest bezostna

wiecha, o wyraźnie rozgałęziających się gałązkach bocznych. U mieszańców dominuje cecha owłosienia podstawy liścia i uszek, którą przekazuje gatunek ojcowski (*F. arundinacea*) oraz ościstość przekazywana przez gatunek mateczny. Wszystkie rośliny  $F_1$  miały  $2n = 28$  chromosomów i były całkowicie niepłodne. Pyłek zawarty w nie pękających pylnikach wybarwiał się tylko w 2,4—4,6‰.

Sulinowski (37) uzyskał również niepłodne potomstwo w przekrzyżowań wstecznych —  $F_1 \times L. multiflorum$  ( $2x$ ),  $F_1 \times F. arundinacea$  ( $6x$ ) oraz przy zapyłaniu roślin  $F_1$  pyłkiem *L. oldenburgicum* ( $2x$ ) i *F. gigantea* ( $6x$ ). Wskazuje to, iż rośliny mieszańcowe posiadają pewną, chociaż bardzo niską płodność żeńską. Zapyłając 7862 kwiatki mieszańca pyłkiem *L. multiflorum* ( $2x$ ) otrzymano tylko dwie rośliny potomne o liczbie chromosomów  $2n = 35$ , które były jednak sterylne (żywotność pyłku 11,3—13,3‰). Podobnie przy zapyłaniu ponad 10 tysięcy kwiatków mieszańca pyłkiem *F. arundinacea* ( $6x$ ) uzyskano tylko jedną roślinę potomną, również sterylną (żywotność pyłku 1,1; liczba chromosomów  $2n = 49$ ). Przy zapyleniu pokolenia  $F_1$  pyłkiem *L. oldenburgicum* ( $2x$ ) otrzymano jedną roślinę sterylną (żywotność pyłku 9,7‰; liczba chromosomów  $2n = 35$ ), a z kombinacji  $F_1 \times F. gigantea$  ( $6x$ ) jedną sterylną roślinę 49-chromosomową.

Otrzymane przez Sulinowskiego (37) mieszańce  $F_1$  wykazywały zmienność w zakresie rytmu wzrostu, wysokości, wczesności, liczby kłosek na kwiatostanie, liczby kwiatków w kłosku i innych cech. Porównując w warunkach polowych zdolność produkcyjną klonów wyprowadzonych z mieszańców  $F_1$  i form rodzicielskich Sulinowski zaobserwował, że większość form mieszańcowych charakteryzowała się dużą żywotnością i przewyższała pod względem plonu zielonej masy gatunki rodzicielskie, chociaż zdolność plonowania klonów wyprowadzonych z poszczególnych roślin  $F_1$  wykazywała dość duże różnice. Rośliny  $F_1$  poddane zostały następnie kolchicynowaniu, w wyniku czego otrzymano sektory alloploidane  $C_0$  ( $2n = 56$ ). Sektory te miały pękające i uwalniające pyłek pylniki. Żywotność pyłku wahała się od 39,3 do 43,2‰, a osadzenie ziarniaków od 7,6 do 22,4‰.

Sulinowski (40) przeprowadził również wstępne obserwacje nad pokoleniem  $C_1$  i  $C_2$ . Wśród ponad 250 roślin  $C_1$  znalazł on osobniki wykazujące częściową płodność oraz osobniki całkowicie sterylne. Niektóre rośliny produkowały pyłek żywotny w 78‰, jednak osadzenie nasion było stosunkowo niskie i nie przekraczało 24‰. W generatywnym pokoleniu  $C_1$  obok form oktoploidalnych znaleziono szczególnie dużo form pentaploidalnych. Wypływa stąd wniosek, że alloploidy tego mieszańca segregują na formy o różnej liczbie chromosomów, co najprawdopodobniej związane jest z tym, że kostrzewa trzcinowa jest gatunkiem alloploidalnym i jej

chromosomy wykazują częściową homologię z chromosomami życicy wielokwiatowej. W pokoleniu  $C_1$  wystąpiły ponadto różnice w żywotności roślin oraz pewne odchylenia w budowie kwiatostanów. W pokoleniu  $C_2$  żywotność pyłku niektórych osobników dochodziła do 90%, natomiast osadzenie nasion osiągało w najlepszym wypadku 49%.

Badania nad alloplloidami mieszańca *L. multiflorum* ( $2x$ )  $\times$  *F. arundinacea* ( $6x$ ) prowadzone są od ponad 10 lat na szeroką skalę w USA w Kentucky Agricultural Experiment Station: (8, 9, 10, 11, 12, 13, 27, 46). Głównym celem tych prac było otrzymanie płodnych i ustabilizowanych 42- i 56-chromosomowych form alloploidalnych tego mieszańca, które łączyłyby cenne właściwości smakowe i odżywcze życicy wielokwiatowej z właściwościami adaptacyjnymi i dużą produktywnością kostrzewy trzcinowej.

Buckner, Hill i Burrus (9) otrzymali sterylne mieszańce  $F_1$ , które miały  $2n = 28$  chromosomów. U roślin tego pokolenia w czasie mejozy obserwowali przeciętnie 0,66—2,44 uniwalentów przypadających na jedną komórkę. Sterylne rośliny mieszańcowe skolchicynowano i uzyskano częściowo płodne alloploidy. U 5 przebadanych cytologicznie osobników pokolenia  $C_1$  wykryto różne liczby chromosomów: jedną roślinę 56-chromosomową, jedną roślinę 42-chromosomową i trzy rośliny 70-chromosomowe. Roślina 56-chromosomowa miała pyłek wybarwiający się w 25%, zaś żywotność pyłku u dwóch osobników 70-chromosomowych wynosiła odpowiednio 10 i 18%.

Buckner, Hill, Hovin i Burrus (10 i 11) donoszą, że alloploidalne formy mieszańca ( $2n = 56$ ) selekcjonowane przez trzy lata dawały głównie potomstwo 56-chromosomowe. Autorzy ci znaleźli również osobniki o liczbie chromosomów  $2n = 42$  i 49. Żywotność pyłku u roślin alloploidalnych pokolenia  $C_3$  (z pękającymi pylnikami) wahała się w granicach 40,4—84,1%. Z badań tych autorów wynika ponadto, że istnieje możliwość ustabilizowania alloploidów na dwóch poziomach ploidalności:  $2n = 56$  i  $2n = 42$ .

Ciekawe wyniki dotyczące problemu ustabilizowania alloploidów przedstawili Webster i Buckner (46). Alloploidalne formy o 56 chromosomach selekcjonowane były przez kilka lat na żywotność i płodność, a następnie poddane wzajemnemu przekrzyżowaniu w polikrosie. Wyselekcjonowano jedną roślinę ( $2n = 42$ ) o regularnej mejozie, ustabilizowaną genetycznie. Inne rośliny posiadały zmienną liczbę chromosomów (od 43 do 56). Ustalone mieszańce o 42 chromosomach przedstawiały dużą wartość hodowlaną; wyselekcjonowano z nich formy żywotne o dużym plonie zielonej masy i dobrej smakowitości.

Z punktu widzenia praktycznej hodowli traw, jedną z najważniejszych właściwości jest płodność form alloploidalnych. Badania przeprowadzone

w Aberystwyth przez Beana (2 i 3) nad drugą generacją alloplodów (*L. multiflorum* × *F. arundinacea*) oparte były na analizie zmienności takich cech jak: procent osadzenia nasion, ciężar 1000 nasion i liczba kwiatków w kwiatostanie. Zmienność wartości tych cech powodowała zmiany wielkości średniego plonu nasion z rośliny. Badania te wykazały między innymi, że zmienność płodności była o wiele większa, niż zmienność innych cech. Formy o największej płodności wykazywały osadzenie ziarniaków w granicach 40—50%. Większość form alloploidalnych wykazywała jednak znacznie mniejszą płodność. Dlatego jako główny cel w pierwszym etapie prac hodowlanych postawiono sobie prowadzenie selekcji i przekrzyżowań grupowych zmierzających do podniesienia płodności alloplodów.

Pierwsze porównawcze doświadczenia polowe w siewie gęstym (mimo że badane materiały alloploidalne nie wykazywały jeszcze zadowalającej płodności) przeprowadzono w Anglii w Aberystwyth (31, 32, 47). Z doświadczeń tych wynika między innymi, że formy alloploidalne dają silne przyrosty zielonej i suchej masy po zadziałaniu dużymi dawkami nawożenia azotowego, przy czym reakcja alloplodów na azot w poszczególnych odrostach jest nieco inna niż u gatunków wyjściowych. Badając strawność suchej masy alloplodów testem biologicznym *in vitro* (IVD) stwierdzono, że jest ona wyższa niż strawność kostrzewy trzcinowej (12, 45). Ponadto wykazano, że alloploidy mają większą zawartość białka i cukrów oraz wyraźnie mniejszą zawartość krzemionki niż kostrzewa trzcinowa.

We wszystkich przedstawionych dotąd pracach formy alloploidalne otrzymywane były przez kolchicynowanie sterylnych mieszańców  $F_1$ . Lewis (29, 30, 31) oraz Hertzsch i Nitzsche (23) dokonali syntezy alloploidalnej gatunków *L. multiflorum* (2x) i *F. arundinacea* (6x) także na innej drodze. Otrzymali oni alloploidy krzyżując indukowane formy tetraploidalne *L. multiflorum* (4x) z indukowanymi formami dodekaploidalnymi *F. arundinacea* (12x). Według danych Lewisa (30, 31) ponad 95% roślin  $F_1$  wykazywało płodność i osadzało nasiona w granicach 10—70%. Żywotność pyłku u tych roślin wahała się od 22 do 95%, w tym 97% roślin posiadało pyłek wybarwiający się powyżej 40%. Badanie liczby chromosomów w pokoleniu  $F_1$  wykazało, że większość roślin była aneuploidami, z liczbą chromosomów w zakresie od 53 do 57. W pokoleniu  $F_2$  także uzyskano rośliny o różnej płodności, które osadzały nasiona w granicach 0—70%. Żywotność pyłku u tych roślin wahała się w skrajnych wypadkach od 0 do 98%, w tym 84% roślin wykazywało większą żywotność ziarn pyłku niż 40%. Rozrzut liczby chromosomów u osobników pokolenia  $F_2$  był jeszcze większy i wynosił 48—58. Rośliny 56-chromosomowe tworzyły przeciętnie w metafazie I komórek macierzystych pyłku 1,35—2,50 uniwalentów, 23,05—23,85 biwalentów, 0,65—0,70 triwalentów, 0,75—1,45

kwadriwalentów i 0,15 multiwalentów (V i VI). Płodność wykazywały także niektóre pochodne alloploidalne o innej liczbie chromosomów np.  $2n=53$  i  $2n=54$ .

Hertzsch i Nitzsche (23) otrzymali również częściowo płodne pokolenie  $F_1$  z obustronnej krzyżówki indukowanych form tetraploidalnych *L. multiflorum* i form dodehaploidalnych *F. arundinacea* (w sumie na 519 zapylnych kwiatków otrzymali 34 słabo wykosztalcone nasiona, z których tylko 8 kiełkowało). W pokoleniu  $F_1$  tej krzyżówki znaleziono formy o liczbie chromosomów  $2n = 42, 49$  i  $56$ , zaś w krzyżówce odwrotnej, w której formą mateczną była kostrzewa trzcinowa — osobniki 42- i 56-chromosomowe.

Rezultaty krzyżowania indukowanych form wyjściowych — zarówno z prac Lewisa (30, 31) jak i Hertzscha i Nitzschego (23) — leżą w równym rzędzie wielkości jak przy krzyżówkach nie kolchicynowanych form wyjściowych. Zdaniem niektórych autorów nakład na kolchicynowanie niepłodnych roślin pokolenia  $F_1$  jest o wiele większy niż na kolchicynowanie nasion gatunków rodzicielskich. Stąd też metoda indukowania autoploidów u gatunków rodzicielskich a następnie krzyżowanie ich między sobą w celu otrzymania form alloploidalnych, zasługuje na większą uwagę (23, 35).

Lewis (29, 30) uzyskał formy alloploidalne z krzyżówki *L. multiflorum* var. *westerwoldicum* ( $4x$ )  $\times$  *F. arundinacea* ( $12x$ ). Żywotność pyłku u 138 roślin pokolenia  $F_1$  wahała się w granicach 0—95%, a osadzenie nasion osiągało w skrajnych wypadkach wartości od 0 do 76%.

Kostrzewa trzcinowa najczęściej występuje w przyrodzie jako heksaploid ( $2n = 6x = 42$ ). Znane są także, znacznie rzadziej spotykane formy kostrzewy trzcinowej o innym poziomie ploidalności jak forma tetraploidalna *F. arundinacea* var. *glaucessens* St. Yves ( $2n = 4x = 28$ ), formy dekaploidalne — *F. arundinacea* var. *cirtensis* St. Yves ( $2n = 10x = 70$ ) i *F. arundinacea* var. *letourneuxiana* St. Yves ( $2n = 10x = 70$ ). Ostatnio doniesiono (5, 6) o znalezieniu licznych ekotopów oktoploidalnych *F. arundinacea* var. *atlantigena* St. Yves f. *pseudo-mairei* R. Lit. et Maire. ( $n = 8x = 56$ ). Ekotypy tej oktoploidalnej formy kostrzewy trzcinowej znaleziono w Maroku, w zachodniej części wysokiego Atlasu (1350—2650 m n.p.m.).

W pracach nad mieszańcami *L. multiflorum*  $\times$  *F. arundinacea* komponentem ojcowskim była najczęściej heksaploidalna kostrzewa trzcinowa lub otrzymana przez kolchicynowanie forma dodehaploidalna. Ostatnio coraz częściej, jako komponenty tej krzyżówki wykorzystuje się formy *F. arundinacea* o innym poziomie ploidalności.

Malik i Thomas (34) uzyskali w Walijskiej Stacji Hodowli Roślin w Aberystwyth mieszańce międzyrodzajowe z krzyżówki *L. multiflorum*



(2x)  $\times$  *F. arundinacea* (10x). Mieszańce te były całkowicie niepłodne i miały  $2n = 42$  chromosomy. Autorzy ci badali przebieg mejozy w komórkach macierzystych pyłku u gatunków rodzicielskich i pokolenia  $F_1$ . U diploidalnego gatunku *Lolium* (2x) powstawało w I metafazie 7 biwalentów. U dekaploidalnej formy *Festuca* (10x) w I metafazie 91% stanowiły biwalenty, 7% multiwalenty, zaś 2% uniwalenty. Chromosomy pochodzące od *Lolium* były u mieszańców  $F_1$  łatwo rozpoznawalne, gdyż mają one duże rozmiary, w odróżnieniu od małych chromosomów *Festuca*. Konfiguracje chromosomów w I metafazie wahały się od uniwalentów do heksawalentów. Biwalenty stanowiły 62,5% (średnio 13,72 biwalentów przypadających na komórkę), uniwalenty 30,86% (12,96 na komórkę), zaś multiwalenty 6,6% (0,70 na komórkę). 74% biwalentów posiadało 2—4 chiazmy, natomiast pozostałe 26% miało tylko jedną chiazmę. W biwalentach przeważały małe chromosomy (małe pierścienie). Chromosomy te pochodziły od formy ojcowskiej *F. arundinacea*, co świadczy o wysokim stopniu autosyndezy. U niektórych osobników  $F_1$  obserwowano biwalenty heteromorficzne, które złożone były z dużych chromosomów *Lolium* i małych *Festuca*. Świadczy to o występowaniu także w pewnym stopniu allosyndezy. Rośliny  $F_1$  tego mieszańca potraktowano 0,2% roztworem kolchicyny i uzyskano częściowo płodne formy alloploidalne o liczbie chromosomów  $2n=84$ . Żywotność pyłku u osobników alloploidalnych wynosiła przeciętnie 38,6%. U roślin tych chromosomy łączyły się głównie w biwalenty. Autorzy ci obserwowali przeciętnie 38,27 biwalentów przypadających na komórkę, a w niektórych wypadkach nawet 42 biwalenty. Liczba uniwalentów wahała się w granicach 0—12, średnio 5,22 uniwalentów przypadało na jedną komórkę. Tylko 0,02% chromosomów łączyło się w multiwalenty (triwalenty i kwadriwalenty); średnio 0,59 multiwalentów przypadało na komórkę. Średnia częstość chiasm w komórkach wynosiła 59,95, a ich liczba wahała się od 55 do 67.

Chandrasekharn, Lewis i Borrill (14) wykonali po raz pierwszy krzyżówki pomiędzy 56-chromosomową formą *F. arundinacea* var. *atlantigena* f. *pseudo-mairei*, a diploidalną i tetraploidalną formą *L. multiflorum*. Z dwóch udanych krzyżówek pierwszej kombinacji — *L. multiflorum* (2x)  $\times$  *F. arundinacea* (8x) uzyskano nasiona, których osadzenie wynosiło średnio 43,7% (27,3—60,0%), a ich kiełkowanie 70% (66,7—73,3%). Z nasion tej kombinacji otrzymano 22 rośliny pokolenia  $F_1$  ( $2n=35$ ), które były sterylne, pylniki tych roślin nie pękały, a żywotność pyłku wynosiła 2—12%. Uzyskane przez tych autorów amfiploidy  $C_0$  były częściowo płodne, miały pękające pylniki, z pyłkiem wybarwiającym się w 82%. Osadzenie nasion u samozapyłanych roślin  $C_0$  wynosiło średnio 2%. Z jednej udanej krzyżówki *L. multiflorum* (4x)  $\times$  *F. arundinacea*

(8x) osadzenie nasion wynosiło 13,6%. Choć wszystkie otrzymane nasiona kiełkowały, pełną dojrzałość osiągnęła tylko jedna roślina, która była jednak całkowicie sterylina.

Choć w artykule tym podano już wiele przykładów dróg transferu genów lub całych chromosomów do kostrzewy trzcinowej, warto przytoczyć jeszcze dwa bardzo ciekawe przykłady. Hovin i Buckner (27) wykonali krzyżówkę *L. multiflorum* (2x)  $\times$  *F. arundinacea* (6x), a następnie otrzymane pokolenie F<sub>1</sub> przekrzyżowali wstecznie z diploidalną formą *L. multiflorum*. W efekcie uzyskano 11 roślin z liczbą chromosomów  $2n = 42$  oraz dwie rośliny 28-chromosomowe i jedną roślinę 21-chromosomową. Rośliny po BC<sub>1</sub> powinny być normalnie triploidalne ( $2n = 21$ ) — po zapłodnieniu 14-chromosomowej komórki jajowej gametą *Lolium* o 7 chromosomach. Te 42 chromosomowe pochodne powstały prawdopodobnie przez podwojenie zygoty. Przekrzyżowanie częściowo płodnych osobników 42-chromosomowych po BC<sub>1</sub> — (*L. multiflorum*  $\times$  *F. arundinacea*)  $\times$  *L. multiflorum* — dało 5 roślin o 28 chromosomach, 16 roślin o 35 i dwie rośliny o 42 chromosomach. Rośliny 35-chromosomowe, które mogły powstać w wyniku zapłodnienia 28-chromosomowych megaspor przez 7-chromosomowe ziarna pyłku *Lolium*, okazały się somatycznie niestałe. U dziesięciu klonów ( $2n = 35$ ) uprawianych na polu przez 4 lata, liczba chromosomów w stożkach wzrostu korzenia po powtórnym sprawdzeniu wynosiła  $2n = 42$ .

Buckner, Hill, Hovin i Burrus (27, 10) traktując kolchicyną niepłodne, tetraploidalne mieszańce F<sub>1</sub> (*L. multiflorum*  $\times$  *F. arundinacea*) otrzymali amfiploidy o liczbie chromosomów  $2n = 56$ . Autorzy ci przeprowadzili następnie przekrzyżowania F<sub>1</sub> ( $2n = 28$ )  $\times$  alloplod ( $2n = 56$ ). Na 18 uzyskanych roślin tylko dwie rośliny miały  $2n = 42$ ; 14 roślin miało  $2n = 56$ , jedna  $2n = 28$  i jedna  $2n = 49$  chromosomów. Z 19 roślin potomstwa otrzymanego z przekrzyżowania 42-chromosomowych pochodnych, 14 roślin miało  $2n = 56$  chromosomów, 4 rośliny  $2n = 42$  i jedna roślina  $2n = 49$  chromosomów. Według tych autorów, alloploidalne rośliny o liczbie chromosomów  $2n = 56$ , otrzymane przez skrzyżowanie mieszańców F<sub>1</sub> z alloplodami ( $2n = 56$ ), są częściowo płodne i odznaczają się szeregiem korzystnych cech.

P. T. Thomas i H. Thomas (41) donieśli o skrzyżowaniu amfiploida, otrzymanego z kombinacji *L. multiflorum* (2x)  $\times$  *F. arundinacea* (6x), z autotetraploidalną formą *L. multiflorum*. Otrzymano w ten sposób mieszańce, które zawierały trzy homologiczne genomy *L. multiflorum*, haploidalny komplet *F. arundinacea* oraz produkty międzygatunkowej koniugacji chromosomów w amfiploidzie. Mieszańce te wykazywały znaczny stopień koniugacji chromosomów i część roślin pokolenia F<sub>1</sub> była płodna. Należałoby się spodziewać, że genotypy o takim pochodze-

niu charakteryzować się będą wysoką częstotliwością występowania multiwaleńców. Było jednak inaczej. Autorzy przebadali 5 roślin mieszańca *L. multiflorum* (4x) × amfiploid (8x) pod względem liczby chromosomów i ich koniugacji. Liczba chromosomów u 4 badanych roślin wynosiła  $2n = 42$ , u jednej rośliny  $2n = 44$ . W mejozie KMP obserwowano następujące połączenia chromosomów: 2,40—4,73 uniwaleńców, 14,93—17,55 biwaleńców, 0,65—1,20 triwaleńców, 0,55—1,00 kwadriwaleńców i 0,00—0,45 pentawaleńców przypadających na jedną komórkę. Częstotliwość chiasm na jedną komórkę u 5 badanych roślin  $F_1$  wahała się w granicach 26,27—30,90 w porównaniu z zakresem częstotliwości chiasm 33,67—37,85 w seriach genotypów *F. arundinacea* (6x).

Thomas i Clarke (42) stwierdzili, że tendencja do tworzenia biwaleńców kosztem multiwaleńców wydaje się być powszechną cechą międzygatunkowych pochodnych w kompleksie *Lolium-Festuca*.

Wysiłki hodowców zmierzające do zsyntetyzowania stałych i płodnych alloplodów w tej grupie traw nie dały dotąd zadowalających rezultatów. Głównym tego powodem jest fakt, że podczas gdy u naturalnych alloplodów mejoza jest regularna, u alloplodów syntetycznych występują zaburzenia w mejozie, segregacja jest nieregularna i stąd pewien procent niepłodności jest nieunikniony, jak również występowanie form aneuploidalnych w potomstwie.

Szczególnie interesujące są ostatnie prace dotyczące kontroli koniugacji chromosomów przez dodatkowe chromosomy B u międzygatunkowych i międzyrodzajowych mieszańców typu *Lolium-Festuca*. Evans i Macefield (18) u diploidalnych i tetraploidalnych mieszańców  $F_1$  *L. temulentum* × *L. perenne* oraz Bowman i Thomas (7) u mieszańców  $F_1$  i alloplodów pochodnych otrzymanych z krzyżówki *L. perenne* (2x) × *F. arundinacea* (6x) dowiedli, że chromosomy B, podobnie jak geny w chromosomie 5B u pszenicy, powodują supresję koniugacji i formowania się chiasm pomiędzy chromosomami homeologicznymi. Chociaż nie znamy jeszcze mechanizmu kontroli koniugacji przez chromosomy B, zjawisko to może odegrać dużą rolę w hodowli roślin, gdyż wykorzystanie dodatkowych chromosomów B przyczynić się może do osiągnięcia regularności i stałości mejozy u syntetycznych alloplodów.

Hodowcy traw, którzy od dawna zdawali sobie sprawę z dużego potencjału hodowlanego pewnych mieszańców międzyrodzajowych typu *Lolium-Festuca* — w tym również mieszańca *L. multiflorum* × *F. arundinacea* — nadal czynią poważne wysiłki zmierzające do wykorzystania tego potencjału w praktycznej hodowli traw. W Kentucky Agricultural Experiment Station w USA wyselekcjonowano odmianę doświadczalną (Ky. Experimental 06G1-296) z mieszańców *L. multiflorum* ( $2n = 14$ ) × *F. arundinacea* ( $2n = 42$ ). Sterylne mieszańce  $F_1$  ( $2n = 28$ ) potraktowano kolchicyną i uzyskano 56-chromosomowe pochodne alloplodowe.

Rośliny o  $2n = 56$  otrzymano również zapylając mieszańce  $F_1$  pyłkiem alloplloidów ( $2n = 56$ ). Odmianę zsyntetyzowano z jedenastu segregantów 42-chromosomowych, ustabilizowanych cytologicznie i zachowujących charakter mieszańcowy. Pochodne tego mieszańca wykazywały wigor siewek równy wigorowi życicy wielokwiatowej i dobrą tolerancję na suszę. Wydawały plon suchej masy o około 30% wyższy niż kostrzewa trzcinowa Kentucky-31 i były lepiej zjadane przez bydło. Wstępne badania wykazały ponadto, że pochodne alloploidalne przewyższały kostrzewę trzcinową pod względem zawartości białka i cukrów oraz strawności badanej metodą *in vitro* (wg Grass Varieties in the United States, Agriculture Handbook No. 170, p. 70, U.S. Departament of Agriculture, 1972).

Badania nad mieszańcem *L. multiflorum* × *F. arundinacea* kontynuowane są również w Zakładzie Genetyki Roślin PAN w Poznaniu. Chociaż prace te nie są jeszcze tak daleko zaawansowane jak prace prowadzone w USA i Anglii, jednak są ciekawe, szczególnie od strony problemu ustabilizowania liczby chromosomów u alloploidalnych form tego mieszańca.

Dowodem dużego zainteresowania badaniami nad wspomnianym mieszańcem może być fakt, że na zjeździe Europejskiego Stowarzyszenia Hodowców Roślin „Eucarpia”, który odbył się w dniach 21—24 maja 1973 roku w Wageningen (Holandia) pięć wygłoszonych referatów poświęconych było temu mieszańcowi Badoux (1) Dijkstra (16) Lewis (33) Thomas (43) Wit (48).

#### L I T E R A T U R A

1. B a d o u x S.: Influence of the parental genotypes on the performance of the *L. multiflorum* × *F. arundinacea* hybrid. Proceedings of a meeting of the Fodder Crops Section of Eucarpia, Wageningen 21—24 May, 1973.
2. B e a n E. W.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1965, 81—82, 1966.
3. B e a n E. W.: Inflorescence production in an amphiploid between *Lolium multiflorum* ( $2n = 28$ ) and *Festuca arundinacea* ( $2n = 84$ ). Euphytica, 17, 479—484, 1968.
4. B e d d o w s A. R.: *Lolium multiflorum* Lam. × *Festuca arundinacea* Schreb. Natural and artificial hybrids. Journ. Linn. Soc. (Bot.), 59, 89—98, 1965.
5. B o r r i l l M.: Studies in *Festuca*. III. The contribution of *F. scariosa* to the evolution of polyploids in sections Bovinae and Scariosae. New Phytol., 71, 523—532, 1972.
6. B o r r i l l M., T y l e r B., L l o y d - J o n e s M.: Studies in *Festuca*. I. A chromosome atlas of boviniae and scariosae. Cytologia, 36, 1—14, 1971.
7. B o w m a n J. G., T h o m a s H.: B chromosomes and chromosome pairing in *Lolium perenne* × *Festuca arundinacea* hybrid. Nature New Biology, 245, 142, 80—81, 1973.
8. B u c k n e r R. C.: Cross-incompatibility of annual and perennial ryegrass with tall fescue. Agronomy Journ., 52, 409—410, 1960.
9. B u c k n e r R. C., H i l l H. D., B u r r u s P. B.: Some characteristics of perennial and annual ryegrass × tall fescue hybrids and of the amphiploid progenies of annual ryegrass × tall fescue. Crop Science, 1, 75—80, 1961.
10. B u c k n e r R. C., H i l l H. D., H o v i n A. W., B u r r u s P. B.: Cytogenetic and morphological characteristics of progenies of crosses of annual ryegrass × tall

- fescue hybrids and their amphiploid derivatives. *Crop Science*, 3, 453—454, 1963.
11. Buckner R. C., Hill H. D., Hovin A. W., Burrus P. B.: Fertility of annual ryegrass  $\times$  tall fescue amphyploids and their derivatives. *Crop Science*, 5, 395—397, 1965.
  12. Buckner R. C., Todd J. R., Burrus P. B., Barnes R. F.: Chemical composition, palatability and digestibility of ryegrass — tall fescue hybrids, Kenwell and Kentucky 31 tall fescue varieties. *Agronomy Journ.*, 59, 345—349, 1965.
  13. Buckner R. C., Bush L. P., Burrus P. B.: Variability and heritability of perloine in *Festuca* sp., *Lolium* sp., and *Lolium-Festuca* hybrids. *Crop Science*, 13, 666—669, 1973.
  14. Chandrasekharan P., Lewis E. J., Borrill M.: Studies in *Festuca*. II. Fertility and relationships between species of sections *Bovinae* and *Scariosae*, and their affinities with *Lolium*. *Genetica* (The Hague), 43, 2, 375—386, 1972.
  15. Crowder L. V.: Interspecific and intergeneric hybrids of *Festuca* and *Lolium*. *Journ. of Heredity*, 44, 195—203, 1953.
  16. Dijkstra J.: Seedling growth of allopolyploids from the cross *Lolium multiflorum*  $\times$  *Festuca arundinacea*. Proceedings of a meeting of the Fodder Crops Section of Eucarpia, Wageningen 21—24 May, 1973.
  17. Essad S.: Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes (Versailles) — Rapport d'activité pour l'année, 1962, 2—4, 1963.
  18. Evans G. M., Macefield A. J.: The effect of B chromosomes on homoelogenous pairing in species hybrids. *Chromosoma*, 41, 63—73, 1973.
  19. Hertzsch W.: Gattungskreuzungen zwischen den Gattungen *Festuca* und *Lolium*. A. Kreuzungen zwischen künstlich hergestellten autotetraploidem *Festuca pratensis* und autotetraploidem *Lolium multiflorum*. *Der Züchter*, 29, 5, 203—206, 1959.
  20. Hertzsch W.: Kreuzungen innerhalb der Gattung *Festuca* und zwischen den Gattungen *Festuca* und *Lolium*. B. Kreuzungen von di- und tetraploidem *Festuca pratensis* mit *Festuca arundinacea* und *Festuca rubra* und von di- und tetraploidem *Lolium multiflorum* und *Lolium perenne*. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 44, 3, 301—318, 1960.
  21. Hertzsch W.: Gattungskreuzungen zwischen den Gattungen *Festuca* und *Lolium*. C. Die F<sub>1</sub> Bastarde, ihr Verhalten und ihr Aussehen. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 45, 3, 345—360, 1961.
  22. Hertzsch W.: Intergeneric and interspecific hybrids between *Lolium* and *Festuca*. Proc. of the X Intern. Grassland Congress (Helsinki), 683—685, 1966.
  23. Hertzsch W., Nitzsche, W.: Chromosomenreduktion in den Nachkommenschaften von autopolyploidem Rohrschwengel *Festuca arundinacea* Schreb.). *Der Züchter*, 36, 5, 240—242, 1966.
  24. Heszy L.: Species crosses — within and between the genera *Lolium* and *Festuca*. I. Methods and results of crossings. *Agrobotanica* (1970, publ. 1971), 12, 71—86, 1971.
  25. Heszy L.: Species crosses — within and between the *Lolium* and *Festuca* genera. II. Investigations on the intergeneric hybrids. *Agrobotanica* (1971, publ. 1972), 13, 69—77, 1972.
  26. Heszy L.: Induction and investigation of tetraploid forms and hybrids of various *Lolium* and *Festuca* species. *Agrobotanica* (1972, publ. 1973), 14, 71—76, 1973.
  27. Hovin A.W., Buckner, R.C.: Interspecific and intergeneric hybridization

- in breeding of *Festuca arundinacea*. Proc. of the X Intern. Grassland Congress (Helsinki), 686—688, 1966.
28. Lewis E.J.: Intergeneric and interspecific hybrids and their derivatives as sources of new breeding material. Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1956—1958, 11—12, 1959.
  29. Lewis E.J.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1961, 34—35, 1962.
  30. Lewis E.J.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1965, 28—29, 1966.
  31. Lewis E.J.: The production and manipulation of new breeding material in *Lolium-Festuca*. Proc. of the X Intern. Grassland Congress (Helsinki), 688—693, 1966.
  32. Lewis E.J., Davies I.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1964, 30—32, 1965.
  33. Lewis E.J.: The development of *Lolium-Festuca* hybrids and their derivatives as breeding material. Proceedings of a meeting of the Fodder Crops Section of Eucarpia, Wageningen 21—24 May, 1973.
  34. Malik C.P., Thomas P.T.: Meiosis in the intergeneric hybrid between *Lolium multiflorum* ( $2n = 14$ ) and *Festuca arundinacea* ( $2n = 70$ ) and its amphiploid ( $2n = 84$ ). Zeitschr. f. Pflanzenzücht., 55, 81—94, 1966.
  35. Nitzsche W.: Zur Methodik der Polyploidieauslösung bei *Festuca* und *Lolium* Bastarden. Der Züchter, 34, 226—227, 1964.
  36. Nitzsche W.: Herstellung haploider Pflanzen aus *Festuca-Lolium* — Bastarden. Die Naturwissenschaften, 57, 4, 199—200, 1970.
  37. Sulowski S.: Intergeneric hybrid *Lolium multiflorum* Lam. ( $2n = 14$ )  $\times$   $\times$  *Festuca arundinacea* Schreb. ( $2n = 42$ ). Part I.  $F_1$  characteristics. Backcrossing results. Obtaining of allopolyploids. Genetica Polonica, 7, 81—98, 1966.
  38. Sulowski S.: Zagadnienie mieszańców międzygatunkowych i międzyrodzajowych u traw z rodzajów *Lolium* i *Festuca*. Część I. Mieszańce w obrębie rodzaju *Lolium*. Post. Nauk Roln., 4 (112), 25—45, 1968.
  39. Sulowski S.: Zagadnienie mieszańców międzygatunkowych i międzyrodzajowych u traw z rodzajów *Lolium* i *Festuca*. Część II. Mieszańce w obrębie rodzaju *Festuca*. Post. Nauk Roln., 5 (113), 107—122, 1968.
  40. Sulowski S.: Zagadnienie mieszańców międzygatunkowych i międzyrodzajowych u traw z rodzajów *Lolium* i *Festuca*. Część III. Mieszańce międzyrodzajowe. Post. Nauk Roln., 2 (116), 17—42, 1969.
  41. Thomas P.T., Thomas H.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1971, 117—122, 1972.
  42. Thomas P.T., Clarke J.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1971, 70, 1972.
  43. Thomas H.: Cytological studies of intra- and interspecific hybrids within the *Lolium-Festuca* group in relation to breeding. Proceedings of a meeting of the Fodder Crops Section of Eucarpia, Wageningen 21—24 May, 1973.
  44. Ullmann U.: Der Forschungsdienst, 1, 655—684, 1936.
  45. Walters R.J.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1966, 89—91, 1966.
  46. Webster G.T., Buckner R.C.: Cytology and agronomic performance of *Lolium-Festuca* hybrid derivatives. Crop Science, 11, 109—112, 1971.
  47. Williams I.G.: Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1966, 87—88, 1967.
  48. Wit F.: Some experience with hybridization of *Lolium* and *Festuca* species. Proceedings of a meeting of the Fodder Crops Section of Eucarpia, Wageningen. 21—24 May, 1973.