

**VĚDECKÝ  
ČASOPIS**

**SBORNÍK ÚVTIZ**



# **Genetika a šlechtění**

**1**

ROČNÍK 25 (LXII)  
PRAHA  
LEDEN 1989  
CENA 10 Kčs  
CS ISSN 0036-5378

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., člen korespondent ČSAV (předseda), doc. ing. Ivan Andonov, CSc., dr. ing. Stanislav Benc, CSc., ing. Andrej Dobiáš, CSc., ing. Alois Jirsák, CSc., RNDr. Bohumír Kábrt, CSc., ing. Vladimír Martinek, CSc., RNDr. Božena Nedbálková, CSc., RNDr. Milan Neštický, CSc., ing. Dorota Pospíšilová, CSc., doc. dr. ing. Jan Rod, DrSc., ing. Jaroslav Špunar, CSc., ing. Jaroslav Tupý, CSc., ing. Jan Valkoun, CSc., doc. ing. Josef Vlk, CSc., ing. Josef Zadina, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. František Mareček, člen korespondent ČSAV

Redaktorka RNDr. Marcela Braunová

## OBSAH

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dusbábková J., Nečásek J., Hrouda M.: Transformace řepky olejné T-DNA plazmidů rodu <i>Agrobacterium</i> . . . . .                             | 1  |
| Košner J., Foltýn J.: Chromozomální poměry pšenice obecné ( <i>Triticum aestivum</i> L.) s větevnatým klasem . . . . .                         | 11 |
| Křivský K., Borovec V.: Tvorba klon-liniového F <sub>1</sub> hybridu zelí s využitím explantátových kultur . . . . .                           | 19 |
| Pešina K.: Dvě tetrasomické odrůdy rajčete . . . . .                                                                                           | 27 |
| Vožda J., Kubecová B.: Hodnocení kombinačních schopností genotypů kuřice systémem dialelního křížení v makroprostředí . . . . .                | 33 |
| Foltýn J.: Hospodářské vlastnosti dvoukláskových mutantů a hybridů pšenice ozimé ( <i>Triticum aestivum</i> L.) . . . . .                      | 47 |
| Dreiseitl A.: Odolnost československých odrůd ječmene jarního vůči padlí travnínmu ( <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ) . . . . . | 57 |
| Pokorný R.: Výběr kmenů vojtěšky seté ( <i>Medicago sativa</i> L.) se zvýšenou odolností vůči viru mozaiky vojtěšky . . . . .                  | 65 |
| Hofirek P.: Měření pevnosti lodyhy u hrachu . . . . .                                                                                          | 71 |

## INFORMACE

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Prášil I., Zámečník J., Papazisis K., Hanišová A., Pecka R., Mogileva V. I., Pídra M., Laml P.: Testování mrazuvzdornosti ozimé pšenice na vybraných pracovištích ČR . . . . . | 79 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## PŘÍLOHA

|                                                                                                                                                                                                 |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ondřej M., Vlasák J.: Současné cíle přenosu genů do kulturních dvojděložných rostlin a experimentální postup optimalizace diskové metody transformace bakteriemi <i>Agrobacterium</i> . . . . . | I |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Дусбабкова Я., Нечасек Я., Гроуда М.: Трансформация рапса масличного Т-ДНА плазмидов рода <i>Agrobacterium</i> . . . . .                    | 8  |
| Кошнер Й., Фолтын Й.: Хромосомальные соотношения пшеницы мягкой ( <i>Triticum aestivum</i> L.) с ветвящимся колосом . . . . .               | 16 |
| Крживски К., Боровец В.: Создание клон-линейного F <sub>1</sub> поколения гибрида капусты с использованием тканевых культур . . . . .       | 24 |
| Пешина К.: Два тетрасомных сорта томатов . . . . .                                                                                          | 30 |
| Вожда Я., Кубецова Б.: Оценка комбинационных способностей кукурузы в системе диаллельного скрещивания в макросреде . . . . .                | 44 |
| Фолтын Й.: Хозяйственные свойства двухколосковых мутантов и гибридов озимой пшеницы ( <i>Triticum aestivum</i> L.) . . . . .                | 55 |
| Драйсайтл А.: Устойчивость чехословацких сортов ячменя ярового к мучнистой росе ( <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ) . . . . . | 64 |

# TRANSFORMACE ŘEPKY OLEJNÉ T-DNA PLAZMIDŮ RODU *AGROBACTERIUM*

J. Dusbábková, J. Nečásek, M. Hrouda

DUSBÁBKOVÁ, J. — NEČÁSEK, J. — HROUDA, M. (Ústav experimentální botaniky ČSAV, České Budějovice): *Transformace řepky olejné T-DNA plazmidů rodu Agrobacterium*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 1-9.

Přirozenou T-DNA plazmidů pTi a pRi bylo transformováno devět odrůd jarní řepky olejné. Pro indukci nádorů a kořenů byl použit kmen *Agrobacterium tumefaciens* T37 a *A. rhizogenes* 15834. Za použití kmene *A. rhizogenes* 15834 byla infekcí odrůdy HM-81 získána jediná transformovaná celistvá rostlina. Je plodná, má svraskalé listy, kratší internodia a poněkud změněný kořenový systém. V genomu je přítomna T-DNA plazmidu pRi, ale transformovaná rostlina HM-81-JZ neprodukuje agropin a mannopin. Kmenem *A. rhizogenes* 15834 byla indukována tvorba kořenů u 42 odrůd ozimé řepky olejné. Některé odrůdy (např. 'Gloria', 'Kurander', 'Salamander' a 'Silesia') měly tendenci k diferenciaci; jejich transformované tkáňové kultury tvořily zelené pupeny. Dosud však nebyly získány transformované prýty.

transformace; řepka olejná; plazmid pTi a pRi; T-DNA

T-DNA plazmidů pTi je pro genové inženýrství rostlin nejperspektivnějším a proto rozsáhle studovaným vektorem exogenní DNA (Nester et al., 1984; Ondřej, 1985). Na rozdíl od kmenů druhu *Agrobacterium tumefaciens*, který je nositelem plazmidů pTi, obsahují kmeny druhu *A. rhizogenes* plazmidy pRi. Vlastností transformantů, získaných začleněním T-DNA plazmidu pRi do genomu rostlin, jsou již v zásadních rysech známy (Byrne, Chilton, 1983; Tepfer, Casse-Delbart, 1987). Obvykle se vyznačují sníženou geotropií kořenů, svraskalostí listů, redukcí apikální dominance a větším větvením. U mrkve a šterbáku došlo ke změně dvouletosti na jednoletost (Tepfer, 1984). Transformanty tabáku mají heterostylické květy, jsou autosterilní a při nucené autogamii tvoří abortivní plody s redukováným počtem semen (Spano, Costantino, 1982). U některých objektů je při použití plazmidu pRi s nezměněnou T-DNA regenerace celistvých transformovaných rostlin snadnější, než při použití plazmidu pTi, u nichž je téměř nemožná. Usuzuje se, že příčinou této difference je nepřítomnost oblasti *tmr* v T-DNA plazmidu pRi. Podle molekulárně-hybridizačních studií lze usuzovat, že *Tr*-oblast agropinových plazmidů pRi má lokus *tms*, který řídí nadprodukcii auxinu v transformovaných buňkách (Jouanin, 1984). V oblasti *T<sub>L</sub>* jsou umístěny lokusy *avk* a *har*, které patrně zvyšují příjem auxinu buňkami či stupeň citlivosti na tento fytohormon (Boulanger et al., 1986).

U příslušníků rodu *Brassica* byly dosud transformační procesy málo studovány (Holbrook, Miki, 1985). U druhu *B. juncea* (hořčice sarepská) nebyly získány kořenující prýty (Mathews et al., 1985, 1986). Ooms et al. (1985) získal transformaci ozimé řepky olejné odrůdy 'Jet Neuf' jedinou celistvou, sterilní rostlinu; k transformaci použil kmen *A. rhizogenes* LBA9402, obsahující plazmid pRi1855.

V naší práci podáváme přehled výsledků, které jsme získali při transformaci devíti odrůd jarní a 42 odrůd ozimé řepky olejné za použití kmenů *A. tumefaciens* a *A. rhizogenes*. Výsledkem je plodný transformant HM-81-JZ, který je schopný růst v nesterilní zemi. Obsahuje T-DNA plazmidu pRi.

I. Živné půdy používané při kultivaci transformovaných pletiv řepky olejné. (Koncentrace růstových regulátorů udány v mg.l<sup>-1</sup>. 2,4-D = kyselina dichlorfenoxycetová; NAA = kyselina naftyloctová; GA<sub>3</sub> = kyselina giberelová; BAP = benzylaminopurin; K = kinetin) — The media used for the cultivation of the transformed tissues of rape. (Concentrations of growth regulators given in mg per litre. 2,4-D = dichlorophenoxyacetic acid; NAA = naphthylacetic acid; GA<sub>3</sub> = gibberellic acid; BAP = benzylamino purine; K = kinetin)

| Označení | Růstové regulátory |      |                 |       |      | Citace                  |
|----------|--------------------|------|-----------------|-------|------|-------------------------|
|          | 2,4-D              | NAA  | GA <sub>3</sub> | BAP   | K    |                         |
| MS-0     | —                  | —    | —               | —     | —    | Murashige, Skoog (1962) |
| MS-1     | 0,2                | —    | —               | —     | 3,00 | Sacristán (1981)        |
| MS-2     | —                  | —    | —               | 10,00 | —    | tato práce              |
| MS-8     | —                  | —    | —               | 1,00  | —    | tato práce              |
| MS-10    | —                  | —    | 10,00           | 2,25  | —    | Ooms et al. (1985)      |
| MS-12    | —                  | 0,10 | —               | 1,00  | —    | tato práce              |
| MS-15*   | —                  | 0,18 | —               | 2,50  | —    | Ooms et al. (1985)      |

\* Změny vůči složení základní půdy MS: sacharóza 4%, CaCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O 0,2%, thiamin 0,01%

## MATERIÁL A METODY

Výchozí semenný materiál nám věnoval ing. St. Devera (Výzkumný a šlechtitelský ústav technických plodin, šlechtitelská stanice, Slapy u Tábora). Semena byla povrchově sterilizována podle Dieterta et al. (1982). Ke klíčení byla používána půda MS-0 (tab. I). Za dva týdny po vyklíčení byly suspenzí bakteriálních buněk infikovány vpichem poraněné hypokotyle a stonky. Pro kultivaci byl používán box s fotoperiodou 16 hod. (10 000 lux) a teplotou zhruba 25 °C.

Původ kmene *A. tumefaciens* T37 je uveden v předcházející práci (Nečásek et al., 1985). Kmen *A. rhizogenes* 15834 je darem dr. J. A. Lippincotta (Northwestern Univ., Evanston, Il., USA). Kultury byly před použitím inkubovány 24 hod. při 28 °C na Živném agaru č. 1 (Imuna, Šarišské Michalany).

Nádory nebo kořeny byly za pět týdnů po infekci přenášeny na půdu MS-0 s ticarcillinem (Beecham) v koncentraci 1 g/l. Na další média byly přenášeny vždy po třech až čtyřech týdnech. Složení živných půd, používaných pro kultivaci nádorů a kořenů či pro regenerační studia, uvádí tab. I. Kultivace probíhala při osvětlení 16 hod. (10 000 lux) a teplotě zhruba 25 °C. Pro kultivace ve skleníku byla používána obvyklá zahradní zem a běžný systém závlahy, vzduchování a fytopatologické ochrany.

Tvorba opinů byla sledována metodami podle Ottena a Schilperoorta (1978) a podle Petitové et al. (1983). Přítomnost T-DNA u regenerované rostliny HM-81-JZ byla testována Southernovou molekulární hybridizací postupem, který uvádí Maniatis et al. (1982).

## VÝSLEDKY

Z jarních řepok bylo použito devíti odrůd. Při aplikaci kmene *A. tumefaciens* T37 (tab. II) nevznikaly nádory u odrůd 'HM-161' a 'Niklos'. Odrůdy 'HM-81' a Tower dávaly na půdě MS-0 vzniknout prýtům, které se však nepodařilo při axenické kultivaci na agarových půdách zkořenit (obr. 1). Získané tumory, teratomy a prýty tvořily nopalinsyntázu.

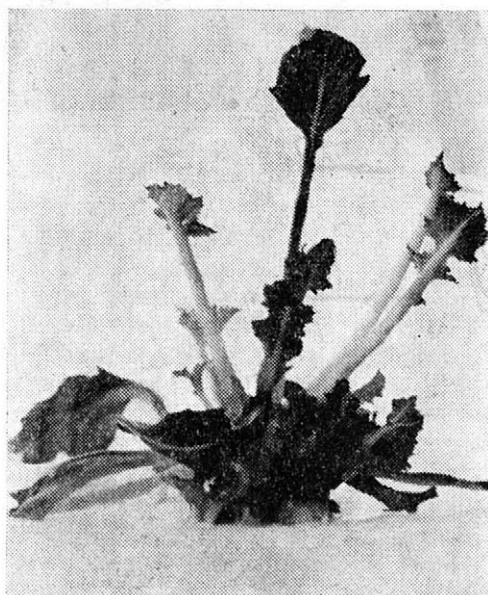


II. Výsledky infekce a typ transformovaných tkání u odrůd jarní řepky olejné —  
The results of infection and the type of transformed tissues in the varieties of  
spring rape

| Odrůda   | <i>A. tumefaciens</i> T37 |          |       | <i>A. rhizogenes</i> 15834        |
|----------|---------------------------|----------|-------|-----------------------------------|
|          | tumory                    | teratomy | prýty | stupeň diferenciace <sup>1)</sup> |
| Gulliver | +                         | —        | —     | A                                 |
| HM-81    | +                         | +        | +     | E                                 |
| HM-161   | —                         | —        | —     | A                                 |
| HM-185   | +                         | +        | —     | C                                 |
| HM-200   | +                         | +        | —     | B                                 |
| Karab    | +                         | —        | —     | A                                 |
| Loras    | +                         | +        | —     | B                                 |
| Niklos   | —                         | —        | —     | D                                 |
| Tower    | +                         | +        | +     | D                                 |

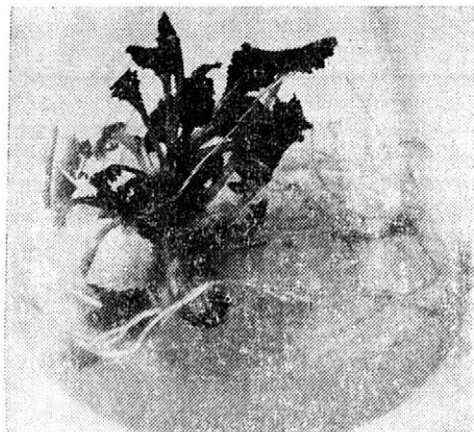
<sup>1)</sup> A: rezistentní vůči infekci; B: nekultivovatelná transformovaná pletiva; C: minimální projevy diferenciace; D: zelenání transformovaných kalusů a kořenů; E: tvorba zelených pupenů

Vůči infekci kmenem *A. rhizogenes* 15834 (tab. II) byly odolné odrůdy 'Gulliver', 'HM-161' a 'Karab'. Transformované kořeny odrůdy 'HM-200' a 'Loras' se nepodařilo na žádné z použitých půd udržet v kultuře. Z ostatních odrůd vykázala nejlepší regenerační schopnost odrůda 'HM-81'. Kořenové vrcholy této odrůdy, pěstované po transformaci na půdě MS-0, byly přenášeny na půdu MS-1, kde dávaly vzniknout kalusům. Kalusy byly přenášeny na půdu MS-8, kde tvořily pupeny, z nichž některé se dále vyvíjely v prýty. Z kalusů zároveň vyrůstaly kořeny.

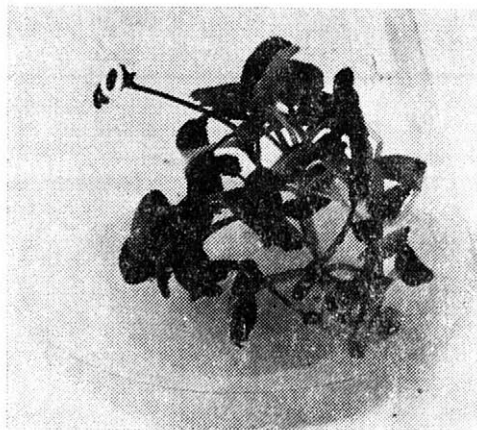


1. Transformant HM-81, získaný aplikací kmene *A. tumefaciens* T37. Nebylo dosaženo tvorby celistvé rostliny — Transformant of HM-81, obtained as a result of the application of *A. tumefaciens* strain T37. The entire plant was not obtained

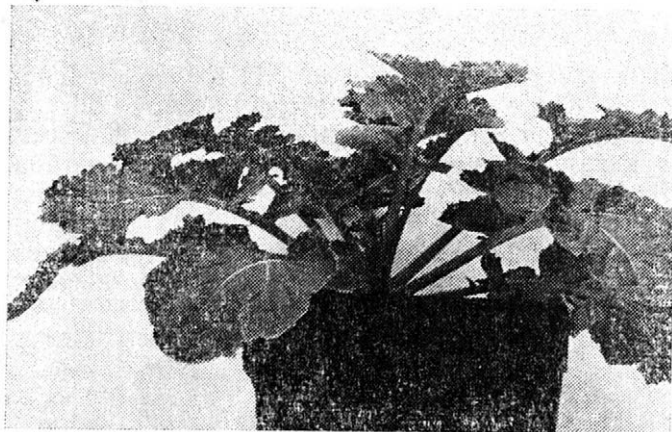
a)



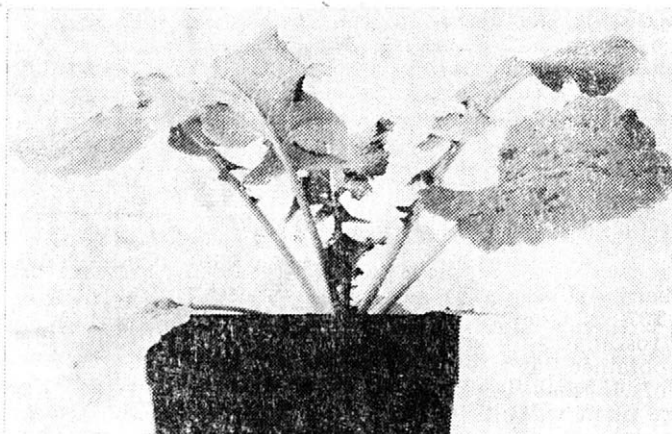
b)



2. Transformovaná rostlina HM-81-JZ (a) a kontrolní semenáčky HM-81 (b) v axenických podmínkách. Patrný je silně rozvětvený kořenový systém s porušeným geotropismem — Transformed plant HM-81-JZ (a) and control seedlings HM-81 (b) in axenic conditions. Root system amply branched, with disturbed geotropism



3a. Transformovaná rostlina HM-81-JZ čtyři měsíce od přenosu axenické kultury do země — Transformed plant HM-81-JZ four months after the transplanting of the axenic culture into soil



3b. Kontrolní rostlina HM-81 čtyři měsíce od výsevu — Control plant HM-81 four months after sowing

Tímto způsobem byl získán transformant HM-81-JZ, který byl přenesen do nesterilní půdy a dopěstován ve skleníku. U tohoto transformanta nebyla prokázána přítomnost agropinu a mannopinu, byla však jednoznačně zjištěna přítomnost T-DNA plazmidu pRi. Podrobnější studium této T-DNA u transformanta HM-81-JZ je předmětem jiného sdělení (Hroudá et al., 1988).

Transformant HM-81-JZ byl získán jako jediná celistvá rostlina, schopná růstu v zahradní zemi, kvetení a tvorby plodů a semen z celkem 20 transformovaných kalusů, pěstovaných na půdě MS-8. Vykazuje typický fenotyp rostlin, obsahujících T-DNA plazmidu pRi, tj. silně rozvětvené kořeny s porušeným geotropismem (obr. 2), zkrácená internodia a členitější, tlustší a poněkud svraskalé listy s kratším řapíkem (obr. 3). Postupem, který uvádí Ooms et al. (1985) a který je založen na postupné pasáži kalusů na půdách MS-10 a MS-15, jsme celistvé transformované rostliny nezískali.

Na základě poznatků, získaných při práci se souborem odrůd řepky jarních, jsme pro transformační studie u ozimých řepky olejné použili kmen *A. rhizogenes* 15834. Některé další kmeny rodu *Agrobacterium* se ukázaly méně vhodné či vůbec nevhodné a proto výsledky, které s nimi byly získány, neuvádíme. Celkem bylo infikováno 42 odrůd ozimé řepky olejné. Transformované kořeny byly dále pěstovány na půdě MS-0 s ticarcillinem (1 g/l). Po přenesení kořenových vrcholů na půdu MS-1 se tvořily kalusy, které byly dále pěstovány na půdách MS-2, MS-8 a MS-12. Na těchto médiích tvořily kalusy kořeny. Podle vlastností transformovaných kalusů byl soubor odrůd rozčleněn do čtyř skupin (tab. III). U 13 odrůd se nepodařilo transformovaná pletiva udržet dlouhodobě v axenické kultuře (skupina B). Sedm odrůd vykazovalo při kultivaci transformovaných kalusů (kromě tvorby kořenů) jen minimální příznaky diferenciací (skupina C). Celkem u 10 odrůd docházelo k zelenání jak kalusů, tak kořenů (skupina D). Konečně u 12 odrůd (skupina E) byly kalusy nejen zelené, ale tvořily i pupeny, podobně jako tomu bylo u jarní odrůdy 'HM-81'. Do současné doby jsme však nedosáhli dalšího vývoje těchto pupenů v prýty. Z hlediska souboru vlastností transformovaných kalusů ozimých odrůd řepky olejné považujeme za nejperspektivnější pro další studium odrůdy 'Gloria', 'Kurander', 'Salamander' a 'Silesia'.

## DISKUSE

Tkáňové kultury řepky olejné mají obecně nízkou regenerační schopnost (Xu et al., 1982; Glimelius, 1984). Tato skutečnost je pravděpodobně ve vztahu i k nízké regenerační schopnosti jejich transformantů, které mají v genómu začleněnu T-DNA plazmidu pTi nebo pRi. Práce o transformaci užitkových příslušníků rodu *Brassica* se objevují teprve počínaje rokem 1985. Holbrook a Miki (1985) zjistili, že schopnost přijímat T-DNA je u druhů rodu *Brassica* obecně vysoká. Výjimkou je však právě druh *B. napus*, který je agrobakteriem obtížně infikovatelný a vůči oktopinovým kmenům druhu *A. tumefaciens* rezistentní. U druhu *B. juncea* transformované tkáňové kultury buď nebyly vůbec schopny diferenciací, anebo (při použití plazmidu pTiT37.14a/a s insercí v oblasti *tmr*) tvořily pouze kořeny (Matthews et al., 1985, 1986). Ooms et al. (1985) u ozimé odrůdy řepky olejné 'Jet Neuf' za použití

III. Stupeň diferenciace u odrůd ozimé řepky olejné při použití kmene *A. rhizogenes* 15834 — The degree of differentiation in the varieties of winter rape when *A. rhizogenes* strain 15834 is used

| Odrůda     | Stupeň diferenciace <sup>1)</sup> | Odrůda     | Stupeň diferenciace <sup>1)</sup> |
|------------|-----------------------------------|------------|-----------------------------------|
| BK 11      | D                                 | OP-023     | D                                 |
| BK 27/78   | B                                 | Orion      | D                                 |
| BK 28/78   | B                                 | Perle      | B                                 |
| BK 30/78   | E                                 | Ridana     | E                                 |
| Belinda    | C                                 | Rubin      | D                                 |
| Beryl      | C                                 | Salamander | E                                 |
| Bienvenue  | B                                 | Samo       | B                                 |
| Binera     | E                                 | Seger      | B                                 |
| Bravo Nova | B                                 | Silesia    | E                                 |
| Darmor     | C                                 | Sipal      | C                                 |
| Fernando   | C                                 | SL-30      | E                                 |
| Gloria     | E                                 | SL-501     | E                                 |
| Herkules   | C                                 | SL-502     | E                                 |
| Ideal      | D                                 | SL-506     | D                                 |
| Jantar     | D                                 | Tamara     | E                                 |
| Jet Neuf   | B                                 | Tandem     | D                                 |
| Kurander   | E                                 | WW 843     | B                                 |
| Liglory    | B                                 | WW 933     | C                                 |
| Lindera    | D                                 | WW 957     | B                                 |
| Litropa    | D                                 | WW 986     | B                                 |
| Luna       | E                                 | WW 989     | B                                 |

<sup>1)</sup> Vysvětlivky symbolů B — E jsou uvedeny v tab. II

plazmidu pRi1855 získal z jediné transformované linie dva prýty, schopné zakořenění. Kromě jiných vlastností byla jejich významným znakem sterilita a skutečnost, že neprodukovaly agropin a mannopin. Přítomnost T-DNA byla však jednoznačně prokázána.

Transformant jarní řepky olejné HM-81-JZ, který jsme získali při použití kmene *A. rhizogenes* 15834, je plodný jak při autogamii, tak při křížení se souborem ozimých řepok. Tvoří zhruba 62 % morfologicky normálních pylových zrn, zatímco u netransformované kontroly je morfologicky normálních pylových zrn zhruba 95 % (podrobnější výsledky nejsou uváděny). Podobně jako transformant odrůdy 'Jet Neuf' netvoří opiny agropinové řady, byla však prokázána přítomnost T-DNA plazmidu pRi. Lze předpokládat, že neschopnost produkce opinů je dána metylací cytosinu, která je odpovědná za supresi transkripce (A masino et al., 1984). Další studium transformanta HM-81-JZ a jeho potomstev různého typu je programem budoucí práce.

Naše dosavadní pokusy o získání celistvých transformovaných rostlin u souboru 42 odrůd ozimých řepok nebyly úspěšné. Základním pro-

blémem je regenerační schopnost tkáňových kultur transformantů. Ná-dory vzniklé začleněním „neodzbrojené“ T-DNA plasmidu pTi, zpravidla neregenerují celistvé rostliny (Nester et al., 1984). Jednou z něko-lika málo výjimek jsou některé odrůdy rajčete (Nečásek et al., 1988). Lze usuzovat, že regenerační schopnost je ovlivňována jednak funkcí genů T-DNA, jednak genotypem rostliny jako příjemce T-DNA. T-DNA plasmidu pRi brání vzniku celistvých rostlin z transformovaných buněk či kořenů podstatně méně (Tepfer, 1984; Tepfer a Cas-se — Delbart, 1987). Ze souboru 42 odrůd ozimé řepky olejné bylo však vybráno pouze několik ('Gloria', 'Kulander', 'Salamander', 'Silesia'), které jsou pro získání celistvých transformovaných rostlin perspektivní (tab. III). T-DNA lze přenést z transformanta jarní řepky HM-81-JZ do ozimých odrůd křížením; tento přenos je však spojen se vznikem hete-rozygotního genotypu hybridů a se segregací v následné generaci F<sub>2</sub>.

Postup, kterým získal celistvou transformovanou rostlinu odrůdy 'Jet Neuf' při použití plasmidu pRi1855 Ooms et al. (1985), se při po-užití plasmidu pRi15834 u odrůdy 'Jet Neuf' i 'HM-81' zásadně ne-osvědčil.

Guerche et al. (1987) popisují transformaci odrůdy 'Brutar' za použití kmene *A. rhizogenes* A4. Jejich postup dává vysoké podíly tká-ňových kultur, regenerujících celistvé rostliny. Reprodukce tohoto po-stupu u vybraných ozimých odrůd je předmětem našeho dalšího studia.

## Literatura

- AMASINO, R. M. — POWELL, A. L. T. — GORDON, M. P.: Changes in T-DNA methylation and expression are associated with phenotypic variation and plant regeneration in a crown gall tumor line. *Molec. gen. Genet.*, 197, 1984, s. 437-446.
- BOULANGER, F. — BERLAKOV, A. — RICHAUD, F.: Identification of hairy root loci in the T-regions of *Agrobacterium rhizogenes* Ri plasmids. *Pl. Molec. Biol.*, 6, 1986, s. 271-279.
- BYRNE, M. C. — CHILTON, M.-D.: Regeneration of plants from cells transformed by Ti or Ri plasmids of *Agrobacterium*. In: RANDALL, D. D. — BLEWINS, D. G. — LARSON, R. — EMERICH, D. W. — WALL, J. D. — MILES, C. D. (Eds): Current topics in plant biochemistry and physiology. Columbia Univ. of Missouri, 1983, s. 163-169.
- DIETERT, M. I. — BARRON, S. A. — YODER, O. C.: Effect of genotype on *in vitro* culture in the genus *Brassica*. *Pl. Sci. Lett.*, 26, 1982, s. 233-240.
- GLIMELIUS, K.: High growth rate and regeneration capacity of hypocotyl proto-plasts of some *Brassicaceae*. *Physiol. Plant.*, 61, 1984, s. 38-44.
- GUERCHE, P. — JOUANIN, L. — TEPFER, D. — PELLETIER, G.: Genetic trans-formation of oilseed rape (*Brassica napus*) by the Ri T-DNA of *Agrobacterium rhi-zogenes* and analysis of inheritance of the transformed phenotype. *Molec. gen. Genet.*, 206, 1987, s. 282-286.
- HOLBROOK, L. A. — MIKI, B. L.: *Brassica* crown gall tumorigenesis and *in vitro* culture of transformed tissue. *Pl. Cell Rep.*, 4, 1985, s. 329-332.
- HROUDA, M. — DUSBÁBKOVÁ, J. — NEČÁSEK, J.: Detection of Ri T-DNA in transformed oilseed rape regenerated from hairy roots. *Biol. Plant.*, 30, 1988, s. 234-236.
- JOUANIN, L.: Restriction map of an agropine-type Ri plasmid and its homologies with Ti plasmids. *Plasmid*, 12, 1984, s. 91-102.
- MANIATIS, T. — FRITSCH, E. F. — SAMBROOK, J.: Molecular Cloning. A La-boratory Manual. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, 1982.
- MATHEWS, V. H. — BHATIA, C. R. — MITRA, R. — KRISHNA, T. G. — RAO, P. S.: Regeneration of shoots from *Brassica juncea* (Linn.) Czern. and Coss. cells



transformed by *Agrobacterium tumefaciens* and expression of nopaline dehydrogenase genes. Pl. Sci., 39, 1985, s. 49-54.

MATHEWS, V. H. — RAO, P. S. — BHATIA, C. R.: Transformation of *Brassica juncea* by *Agrobacterium tumefaciens* harbouring plasmid pTiT37 and its "rooty" mutant pTiT37.14a/a. J. Genet., 65, 1986, s. 37-44.

MURASHIGE, T. — SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 1962, s. 473-497.

NEČÁSEK, J. — DUSBÁBKOVÁ, J. — PEKÁRKOVÁ-TRONÍČKOVÁ, E.: Whole plant regeneration from crown galls of *Lycopersicon esculentum*. Biol. Plant., 30, 1988, s. 1-8.

NEČÁSEK, J. — DUSBÁBKOVÁ, J. — VLASÁK, J.: Bacteriocin production in *Agrobacterium tumefaciens*. Folia Microbiol., 30, 1985, s. 353-358.

NESTER, E. W. — GORDON, M. P. — AMASINO, R. M. — YANOFSKY, M. F.: Crown gall: a molecular and physiological analysis. A. Rev. Pl. Physiol., 35, 1984, s. 387-413.

ONDŘEJ, M.: Cytogenetika a molekulární genetika rostlin. Praha, Academia, 1985, s. 120-146.

OOMS, G. — BAINS, A. — BURRELL, M. — KARP, A. — TWELL, D. — WILCOX, E.: Genetic manipulation in cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*) using *Agrobacterium*. Theor. appl. Genet., 71, 1985, s. 325-329.

OTTEN, L. — SCHILPEROORT, R. A.: A rapid micro scale method for the detection of lysopine and nopaline dehydrogenase activities. Biochim. biophys. Acta, 527, 1978, s. 497-500.

PETIT, A. — DAVID, C. — DAHL, G. A. — ELLIS, J. G. — GUYON, P. — CASSE-DELBART, F. — TEMPÉ, J.: Further extension of the opine concept: Plasmids in *Agrobacterium rhizogenes* cooperate for opine degradation. Molec. gen. Genet., 190, 1983, s. 204-214.

SACRISTÁN, M. D.: Regeneration of plants from long-term callus cultures of haploid *Brassica napus*. Z. Pfl.-Zücht., 86, 1981, s. 248-253.

SPANO, L. — COSTANTINO, P.: Regeneration of plants from callus cultures of roots induced by *Agrobacterium rhizogenes* on tobacco. Z. Pfl.-Physiol., 106, 1982, s. 87-92.

TEPPER, D.: Transformation of several species of higher plants by *Agrobacterium rhizogenes*: sexual transmission of the transformed genotype and phenotype. Cell, 37, 1984, s. 959-967.

TEPPER, M. — CASSE-DELBART, F.: *Agrobacterium rhizogenes* as a vector for transforming higher plants. Microbiol. Sci., 4, 1987, s. 24-28.

XU, Z.-H. — DAVEY, M. R. — COCKING, E. C.: Plant regeneration from root protoplasts of *Brassica*. Pl. Sci. Lett., 24, 1982, s. 117-121.

Došlo dne 5. 8. 1987

ДУСБАБКОВА, Я. — НЕЧАСЕК, Я. — ГРОУДА, М. (Институт экспериментальной ботаники ЧСАН, Чешске Будейовице): Трансформация рапса масличного Т-ДНА плазмидов рода *Agrobacterium*. Genet. a Slecht., 25, 1989 (1) : 1-9.

Натуральной Т-ДНА плазмидов рTi и рRi было трансформировано девять сортов ярового рапса масличного. Для индукции опухли и корней использовали штамм *Agrobacterium tumefaciens* T 37 и *A. rhizogenes* 15834. При использовании штамма *A. rhizogenes* 15834 было получено единственное трансформированное целостное растение. Оно плодоносящее, имеет морщинистые листья, более короткие интернодии и несколько видоизмененную корневую систему. В геноме присутствует Т-ДНА плазида рRi, но трансформированное растение НМ-81-JZ не продуцирует агропин и маннопин. Штаммом *A. rhizogenes* 15834 было индуцировано формирование корней у 42 сортов озимого рапса масличного. Некоторые сорта (например 'Gloria', 'Kurander', 'Salamander' и 'Silesia') имели тенденцию к дифференцированию; их трансформированные тканевые культуры образовали зеленые почки. До сих пор однако не были получены трансформированные побеги.

трансформация; рапс масличный; плазмид рTi и рRi; Т-ДНА



DUSBÁBKOVÁ, J. — NEČÁSEK, J. — HROUDA, M. (Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Experimental Botany, České Budějovice): *Transformation of Oilseed Rape with T-DNA of Agrobacterium Plasmids*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 1-9.

Nine cultivars of spring oilseed rape were transformed with natural T-DNA of plasmid pTi and pRi. The strains *Agrobacterium tumefaciens* T37 and *A. rhizogenes* 15834 were used for induction of tumours and roots, respectively. After application of *A. rhizogenes* 15834 one transformed entire plant of cv. HM-81 has been obtained. It is fertile, has wrinkled leaves, shorter internodes and slightly abnormal root system. T-DNA of plasmid pRi is present in its genome, but the transformant (HM-81-JZ) does not produce agropine and mannopine. In 42 cultivars of winter seedrape the formation of transformed roots was induced using *A. rhizogenes* 15834. Some cultivars (e. g. Gloria, Kurander, Salamander and Silesia) had the tendency for differentiation producing green buds on undifferentiated tissue cultures. No shoots have been obtained until now.

transformation; rapeseed; plasmid pTi and pRi; T-DNA

DUSBÁBKOVÁ, J. — NEČÁSEK, J. — HROUDA, M. (Institut für experimentale Botanik der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, České Budějovice): *Transformation des Ölrapses durch die T-DNA der Plasmide der Gattung Agrobacterium*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 1-9.

Mit Hilfe der natürlichen T-DNA der Plasmide pTi und pRi wurden neun Sommerölrapsorten transformiert. Zur Induktion der Geschwülste und Wurzeln wurden die Stämme *Agrobacterium tumefaciens* T37 und *A. rhizogenes* 15834 herangezogen. Mit Hilfe des Stammes *A. rhizogenes* 15834 wurde durch die Infektion des Kultivars HM-81 eine einzige transformierte Gesamtpflanze gewonnen. Sie ist fruchtbar, hat zusammengeschrumpfte Blätter, kurze Internodien und ein etwas verändertes Wurzelsystem. Im Genom ist zwar die T-DNA des Plasmids pRi enthalten, die transformierte Pflanze HM-81-JZ produziert weder das Agropin noch das Mannopin. Durch den Stamm *A. rhizogenes* 15834 wurde bei 42 Winterölrapsorten die Wurzelbildung induziert. Einige Sorten (Gloria, Kurander, Salamander und Silesia) wiesen eine Tendenz zur Differenzierung auf; ihre transformierten Gewebekulturen bildeten grüne Knospen. Bisher wurden aber keine transformierten Triebe gewonnen.

Transformation; Ölrap; Plasmide pTi und pRi; T-DNA

---

#### Adresa autorů:

RNDr. Jana Dusbábková, doc. RNDr. Jan Nečásek, CSc., RNDr. Milan Hrouda, CSc., Ústav experimentální botaniky ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

---

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 2/1989 časopisu

## GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ

mají být uveřejněny tyto práce:

Lekeš J., Vaculová K., Hubík K.: Měření aktivity beta-amylázy a inhibitorů chymotrypsinu v zrně krmných genotypů ječmene

Binarová P., Novotný F., Nedbálková B.: *In vitro* selekce na rezistenci k lysinu + treoninu v embryogenních buněčných kulturách vojtěšky (*Medicago sativa* L.)

Vaculová K.: Biologická metoda hodnocení nutriční kvality zrna ječmene

Košner J., Bartoš P.: Genetika rezistence ke rzi pšeničné u odrůdy pšenice 'Rena' monosomickou analýzou

Kábrt B.: Genetika typu vývoje hexyploidnej pšenice

Foltýn J.: Předání znaku dvojitého klasu (typ duospiculum) jarním formám pšenice obecné (*Triticum aestivum* L.)

Černý J., Šásek A., Sýkorová S., Kubánek J.: Identifikace odrůd pšenice obecné souběžnou elektroforézou gliadinů a podjednotek gluteninů s VMH

Brinza J., Benčík R., Slaměna Z.: Testovanie genotypov domáceho a svetového sortimentu hrachu siatedého na tvorbu nadzemnej hmoty a koreňovej sústavy

Dobiáš A.: Kombinačná schopnosť klonov lucerny pri zbere a butonizácii v skleníkovom teste

Izakovič R.: Podmienky dočasného skladovania peľu kukurice

Žák S., Žáková J., Lomjanský S.: Výkonnosť tetraploidných inzuchtných líní repy cukrovej

## PŘÍLOHA

Pešek J.: Odhady výběrových zisků a jejich využití ve šlechtění rostlin

# CHROMOZOMÁLNÍ POMĚRY PŠENICE OBECNÉ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) S VĚTEVNATÝM KLASEM

J. Košner, J. Foltýn

---

KOŠNER, J. — FOLTÝN, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Chromozomální poměry pšenice obecné (Triticum aestivum L.) s větevnatým klasem*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 11-17.

Mezi dědičně založenými formami pšenice obecné (*Triticum aestivum* L.) s větevnatým klasem typu „turgidum“ ( $2n = 42$ ) a mezi analogickými modifikacemi, vyvolanými zbrzděním počátečního vývoje rostlin některých odrůd, stojí skupina větevnatých forem s chromozomálně podmíněnou větevnatostí klasu; tyto formy představují aneuploidy. V našich ozimých materiálech čtyř variet, lišících se barvou klasu a znakem osinatosti, původem z křížení odrůd 'Forlani' (s jednou rodičovskou odrůdou *T. turgidum* L.) × Mironovskaja 808, po dvaceti letech přesevu „větevnatek“, každoročně vyštěpují nevětevnaté formy s delším stéblem (a s ostatními znaky shodnými), které jsou euploidní.

pšenice; větevnatý klas; aneuploidy

---

Úložná kapacita, rozměr klasu, v současných komerčních odrůdách pšenice (a nikoli zdroj asimilátů) omezuje potenciál vyšší translokace asimilátů k zrnu (B a m a k r a m a h et al., 1984). Jedním z východisek — byť není v současnosti považováno za nejperspektivnější — je právě větvení klasu pšenice obecné typu *turgidum*, u něhož se osa klasu prvního řádu, klasové větve, větví v osy druhého řádu (B o r o j e v i č, 1986). Vytváření větevnatých forem tohoto typu u pšenice obecné (*Triticum aestivum* L.) v důsledku křížení s pšenicí naduřelou (*Triticum turgidum* L.) doznalo rozmachu od poloviny našeho století, např. B o n v i c i n i (1954), Ž u k o v s k i j (1957), K o r i č (1966) a C i c i n (1961), který popsal šest nových (větevnatých) variet pšenice obecné.

Současně však již probíhalo využití uvedeného mezidruhového křížení v rodu *Triticum* k získání vyšší produktivity klásků v nevětevnatém klasu pšenice obecné, např. v odrůdě 'Forlani', až se sedmi zrny v prostředním klásku, z rodičovského páru Grano del miracolo × Villa Glori, jednou ze základních Strampelliho odrůd, z nichž evropské šlechtění přejímalo krátkostébelnost, ranost a vysokou produktivitu klásků pšenice z japonské odrůdy 'Akagomughi' (F o r l a n i, 1953).

S využitím odrůdy 'Forlani' (var. *ferrugineum*) se u nás po křížení s odrůdou 'Mironovská 808' (var. *lutescens*) získala novošlechtění čtyř variet větevnaté pšenice obecné (F o l t ý n, 1972); také ve středoevropských přesevech odrůdy 'Forlani' se občas vyskytují rostliny s větevnatým klasem. Vzhledem k tomu, že z „větevnatek“ každoročně vyštěpovaly formy nevětevnaté, na delším stéble, se shodnou barvou zrna a klasu s dodržením znaku osinatosti (F o l t ý n, B o b e k, 1977), přistoupili

jsme po dvacetiletém přesevu „větevnatek“ k cytologickému prozkoumání jejich chromozomálních poměrů.

## MATERIÁL A METODY

Za základ pro studium byly vzaty z křížení Forlani X Mironovská 808 (z roku 1966) vyselektované a z hlediska znaků variet ustálené čtyři variety větevnatých forem (ozimy): AM = *albomultispicatum* (Cic.); AR = *alboramosum* (Cic.); RM = *rubromultispicatum* (Cic.); RR = *rubroramosum* (Cic.).

S těmito větevnatými formami byly srovnávány z nich vyštěpené nevětevnaté formy. Tyto jsou označeny názvem větevnaté variety se závorkami: (AM), (AR), (RM) a (RR). Na ukázkou jsou na obr. 1 zobrazeny formy AM a (AM).

Od každé z uvedených větevnatých forem a z nich vyštěpených nevětevnatých forem byl cytologicky zjišťován počet chromozómů v buňkách meristému kořenových špiček u deseti rostlin od každé formy. Použita byla metoda Feulgena podle metodik cytologické sekce Plant Breeding Institute Cambridge.

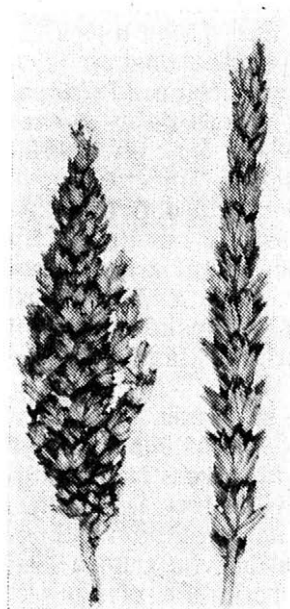
Rostliny s určeným počtem chromozómů byly po jarovizaci dopěstovány do dospělosti a byl sledován jejich fenotypický projev větevnatosti.

Obdobně bylo postupováno s novošlechtěním jarky CIMMYT Mexiko (M. Reo X X Sup. X) — var. *rubroramosum* (Cic.), které v předchozích tříletých výsevech i ve výsevu následném podržovalo neměnnou větevnatou formu klasu.

## VÝSLEDKY

Tab. I shrnuje výsledek cytologických kontrol počtu chromozómů větevnatých pšenic *Triticum aestivum* L. domácího původu. Z deseti použitých rostlin každé formy byly u 9 až 10 rostlin určeny jejich chromozómové počty; u aneuploidů jejich typ. Výskyt aneuploidů potvrdil, že nemožnost ustálení větevnatých forem má příčinu v cytologické nestabilitě.

Aneuploidy se v převážné většině případů vyskytují u forem větev-



1. Vzhled klasu formy AM — větevnatost typu „turgidum“, běloklasý, bezosinný a (AM) — nevětevnatý, běloklasý, bezosinný — The appearance of the AM form of spike — branched, “turgidum” type, white, awnless, and (AM) form — non-branched, white, awnless

I. Cytologická kontrola počtu chromozómů větevnatých variet, *Triticum aestivum* L. z křížení Forlani X Mironovská 808 a z nich vyštěpených nevětvenatých forem (v závorce) v generaci F<sub>2</sub> — Cytological control of the number of chromosomes in the branched-spike varieties of *Triticum aestivum* L. from the Forlani X Mironovskaya 808 cross combination and the non-branched forms segregated from them (in parentheses) in the F<sub>2</sub> generation

| Materiál | Počet rostlin |          | Určené rostliny a jejich chromozomální sestava |             |                |
|----------|---------------|----------|------------------------------------------------|-------------|----------------|
|          | sledovaných   | určených | euploidní<br>42 chromozómy                     | aneuploidní |                |
|          |               |          | počet                                          | počet       | typ aneuploidu |
| AM       | 10            | 9        | 5                                              | 4           | 41 + T         |
| (AM)     | 10            | 9        | 9                                              | 0           | —              |
| AR       | 10            | 10       | 4                                              | 5           | 41             |
| (AR)     | 10            | 10       | 10                                             | 1           | 40             |
|          |               |          |                                                | 0           | —              |
| RM       | 10            | 10       | 7                                              | 3           | 41             |
| (RM)     | 10            | 10       | 8                                              | 2           | 41             |
| RR       | 10            | 9        | 9*                                             | 0           | —              |
| (RR)     | 10            | 9        | 8                                              | 1           | 41             |

\* U některých rostlin podezření na existenci akrocentrického chromozómu

natých. Tři ze sledovaných větevnatek vykazovaly chromozómové sestavy, lišící se od normální euploidní sestavy viditelnou ztrátou chromozómu (monosomici — 41 chromozómů) nebo ramene chromozómu (monotelodisomici — 41 + T chromozómů). U čtvrté větevnatky byl sice počet chromozómů normální (42), ale nelze vyloučit ztrátu části ramene chromozómu (deficienci nebo delecii). Tomu nasvědčuje to, že u některých rostlin tohoto materiálu byly pozorovány chromozómy s pro pšeníci netypickým umístěním centromery — chromozómy jeví se jako akrocentrické. Nevětvenaté formy vykazovaly aneuploidní sestavu chromozómů jen zřídka; (RM) dvě rostliny a (RR) jednu rostlinu.

Naproti tomu u neštěpící mexické větvenaté formy pšenice obecné (M. Reo X Sup. X) byly cytologicky zjištěny výhradně euploidní formy ( $2n = 42$ ).

## DISKUSE

Větvenaté formy pšenice obecné se mohou projevovat jako modifikace při značném zbrzdění počátečního vývoje rostlin některých odrůd: např. v jarním výsevu ozimé italské odrůdy 'San Pastore' ve středoevropských podmínkách (Foltýn, 1969), nebo při přetažení optimální doby pro jarovizaci za nízkých kladných teplot v laboratorních podmínkách (Blondon, Morris, 1985).

Protikladem jsou dědičné stálé větvenaté formy hexaploidní pšenice, jak se v našich pokusech a rozborech potvrdilo u mexické odrůdy (M.



Reo X Sup. X). Korič (1966) vysvětluje vícekláskovost klasu pšenice — v širším smyslu — třemi geny vysoké fertility klasu: *Rm* (ramifera), *Ts* (tetrastichon) a *N* (normalizátor); v jejím pojetí větevnatost typu „turgidum“ působí spojení genů *Ts* a *Rm*. Uvedené vysvětlení a terminologii převzal Smoček (1987).

Větvenatost typu *turgidum* našich novošlechtění se projevuje při chybění určitého chromozómu nebo jeho části. Je to v souladu i s vyštepováním nevětvenatých forem z větvenatých; z aneuploidů vyštepují normální euploidní rostliny. V malé míře se vyskytující větvenaté formy v potomstvech nevětvenatých rostlin by nasvědčovaly tomu, že vlivem vnesení cizího genetického materiálu do genomu *Triticum aestivum* z *Triticum turgidum* i nadále vznikají cytologické poruchy, jejich důsledkem je vznik aneuploidů. Ovšem ne každý z těchto vzniklých aneuploidů se musí týkat chromozómu ovlivňujícího větvenatost.

Výskyt různých typů aneuploidů (monosomik a monotelodisomik), případně delecí nebo deficiencí by ukazoval, že větvenatost je důsledek ztráty genu, tedy funkce dávky genu.

Uvedené předpoklady byly potvrzeny ve skleníkovém pokusu hodnocením projevu větvenatosti u cytologicky ověřených rostlin (tab. II).

U potomstev větvenaté variety AM byly všechny aneuploidní rostliny (41 + T) větvenaté. Z pěti euploidních rostlin byly čtyři nevětvenaté a jedna větvenatá. Zda se u této rostliny jedná o chybu při cytologickém hodnocení nebo o ztrátu části ramene chromozómu, cytologicky jen těžko zjistitelnou, není známo. U potomstva nevětvenatých rostlin (AM) vyštěpených z AM měly všechny rostliny euploidní sestavu a všechny byly nevětvenaté.

U potomstva větvenaté formy AR bylo pět rostlin monosomických ( $2n = 41$ ) a jedna rostlina nuliosomická ( $2n = 40$ ). Všech pět monosomických rostlin bylo větvenatých. Nuliosomická rostlina nevymetala. To potvrzuje, že se jedná skutečně o nuliosomika; nuliosomické rostliny pro tento sledovaný kritický chromozóm jsou z populace eliminovány a jejich fenotypický projev není proto znám. Potomstvo rostlin nevětvenatých (AR) vyštěpených z AR mělo všechny rostliny euploidní a všechny byly nevětvenaté.

U potomstev větvenaté variety RM byly tři vyskytující se monosomické rostliny větvenaté a čtyři euploidní rostliny nevětvenaté. V potomstvu nevětvenatých rostlin této variety (RM) se nacházely dvě rostliny monosomické a osm euploidních. Všechny rostliny, jak euploidní, tak monosomické byly nevětvenaté. Monosomické rostliny jsou pravděpodobně monosomické pro jiný chromozóm, než který determinuje větvenatost.

Zajímavá situace je u variety RR. Zde přímo aneuploidní sestava chromozómů nebyla nalezena, avšak u některých rostlin nalezené chromozómy s atypickým umístěním centromery vyvolávají podezření, že zde došlo ke ztrátě části ramene chromozómu (delecí nebo deficiencí). Z devíti dopěstovaných rostlin bylo pět rostlin větvenatých a čtyři nevětvenaté. Potomstvo z této variety vyštěpených nevětvenatých rostlin (RR) mělo v osmi případech euploidní sestavu a všechny tyto rostliny byly nevětvenaté; jedna rostlina byla monosomická (bohužel uhynula, takže její fenotypický projev není znám).

Rozdílné typy aneuploidů u jednotlivých větvenatých variet (AM —

II. Hodnocení fenotypického projevu větevnatosti klasu u sledovaných rostlin pšenice po cytologické kontrole počtu chromozómů (E — euploidy, A — aneuploidy) — Evaluation of the phenotypic manifestation of branched spike in the studied wheat plants after cytological control of the number of chromosomes (E — euploids, A — aneuploids)

| Materiál       | Počet rostlin |    | Sestava chromozómů | Počet rostlin |                    | Poznámka                 |
|----------------|---------------|----|--------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
|                |               |    |                    | větevnatých   | ne-<br>větevnatých |                          |
| AM<br><br>(AM) | E             | 5  | 42                 | 1             | 4                  |                          |
|                | A             | 4  | 41 + T             | 4             | 0                  |                          |
|                | E             | 9  | 42                 | 0             | 9                  |                          |
|                | A             | 0  | —                  |               |                    |                          |
| AR<br><br>(AR) | E             | 4  | 42                 | 0             | 4                  | nevymetala               |
|                | A             | 5  | 41                 | 5             | 0                  |                          |
|                |               | 1  | 40                 |               |                    |                          |
|                | E             | 10 | 42                 | —             | 10                 |                          |
|                | A             | 0  | —                  | —             | —                  |                          |
| RM<br><br>(RM) | E             | 7  | 42                 | 0             | 4                  | tři rostliny<br>vyhynuly |
|                | A             | 3  | 41                 | 3             | 0                  |                          |
|                | E             | 8  | 42                 | 0             | 8                  |                          |
|                | A             | 2  | 41                 | 0             | 2                  |                          |
| RR<br><br>(RR) | E             | 9  | 42                 | 5             | 4                  | vyhynula                 |
|                | A             | 0  | —                  | —             | —                  |                          |
|                | E             | 8  | 42                 | —             | 8                  |                          |
|                | A             | 1  | 41                 |               |                    |                          |

monotelodisomik, AR — monosomik, RM — monosomik a RR — pravděpodobně ztráta části ramene chromozómu] lze vysvětlit tím, že v generaci F<sub>2</sub> po křížení, kdy se začalo s výběrem větevnatek, se v této generaci vyskytovaly různé typy aneuploidů, ze kterých se dlouhodobým výběrem na znaky varet a větevnatost každé varetě náhodně přiřadil určitý typ aneuploidu.

Genetická stejnorodost našich větevnatých aneuploidů a nevětvenatých euploidů byla doložena metodou vertikální diskové elektroforézy ve sloupcích škrobového gelu: gliadinová spektra zmíněných aneuploidů a euploidů — např. AM a (AM) — jsou navzájem nerozlišitelná [Foltýn et al., 1988].

Znaky podmíněné efektem dávky genu jsou u pšenice známy. Typickým představitelem takového znaku je například speltoidní typ. Normální typ pšenice obecně je podmíněn dvěma dávkami genu Q, lokalizovaného na chromozómu 5A. Při chybění jednoho lokusu tohoto genu (např. monosomik 5A) se projevuje speltoidní typ, který se ještě zdů-

razní při chybění obou lokusů (nulisomik 5A). Naopak, více dávek genu *Q* podmiňuje vznik typu podobného compactum (trisomik 5A a tetrasomik 5A) — Sears (1954). Univerzálnost působení tohoto genu i u jiných druhů pšenice prokázal Muramatsu (1986).

Studovaný typ větevnatosti by mohl být geneticky determinován obdobným způsobem, čemuž napovídá i práce autorů Sing, Joshi (1983), v níž se referuje o větevnatých klasech pšenice po meziprodukové hybridizaci *T. aestivum* L. × *Secale cereale* L.: větevnaté klasy představovaly trisomiky ( $2n = 43$ ), normální klasy byly euploidy; zatímco potomstva klasů větevnatých štěpila, pak z nevětvenatých neštěpila.

## Literatura

- BAMAKHRAMAH, H. S. — HALLORAN, G. M. — WILSON, J. H.: Components of yield in diploid, tetraploid and hexaploid wheats (*Triticum* spp.). Ann. Bot., 54, 1984, č. 1, s. 51-60.
- BLONDON, F. — MORRIS, M.: Actions en phytotron de la vernalisation et d'éclaircissements forts sur la structure de l'épi de deux variétés de blé d'hiver (*Triticum aestivum* L.). Agronomie, 5, 1985, č. 9, s. 785-794.
- BONVICINI, M.: Varieta ramificate di *T. vulgare* nei lavori di miglioramento genetico. In: Atti IX. Cong. Inter. Genet., Caryologia, vol. suppl., 1954, s. 731-738.
- BOROJEVIČ, S.: Genetic changes in morphophysiological characters in relation to breeding for increased wheat yield. In: Genetic improvement in yield of wheat. CSSA, Madison (Wis.), 13, 1986, s. 71-85.
- CICIN, N. V.: Novyye vetvistyye raznovidnosti mjagkich pšenice. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 136, 1961, s. 463-464.
- FOLTÝN, J.: Vliv světelného spektra na produktivitu klasu pšenice. In: Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Vyr., Praha - Ruzyně, 1969, č. 14, s. 133-142.
- FOLTÝN, J.: Větvenaté formy hexaploidní pšenice. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 8, 1972, č. 3, s. 171-176.
- FOLTÝN, J. — BOBEK, J.: Využití větvenatých forem ve šlechtění pšenice obecné *Triticum aestivum* (L.). Thell. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 13, 1977, č. 3, s. 191-198.
- FOLTÝN, J. — ŠÁSEK, A. — SÝKOROVÁ, S.: Verifikace mutantů pšenice s dvojitými klásky typu *duospiculum* a *tetrastichon* pomocí elektroforézy gliadinů. Genet. a Šlecht., 24, 1988, č. 3, s. 181-188.
- FORLANI, R.: L'ibridazione interspecifica come mezzo di miglioramento del grano. Italia agric., 2, 1953, č. 1, s. 1-12.
- KORIČ, S.: Produktivnost granate *vulgare* pšenice. In: Proc. V. Jug. Symp. Res. Wheat, Savr. poljopr., 14, 1966, č. 11-12, s. 617-624.
- MURAMATSU, M.: The *vulgare* super gene, *Q*: its universality in durum wheat and its phenotypic effects in tetraploid and hexaploid wheats. Can. J. Genet. Cytol., 28, 1986, č. 1, s. 30-41.
- SEARS, E. R.: The aneuploid of common wheat. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull., 1954, č. 542, s. 1-59.
- SINGH, D. — JOSHI, B. C.: Cytogenetics of branched spike in bread wheat. Ann. Wheat Newsllett, 29, 1983, s. 66-67.
- SMOČEK, J.: Fenokopie genů fertility klasů pšenice. Rostl. Vyr., 33, 1987, č. 5, s. 529-537.
- ŽUKOVSKIJ, P. M. et al.: Pšenica v SSSR. Leningrad, (GISChL) 1957.

Došlo dne 5. 8. 1987

КОШНЕР, Й. — ФОЛТЫН, Й. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Хромосомальные соотношения пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) с ветвящимся колосом. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 11-17.

Между генетически заложенными формами пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) с ветвящимся колосом типа «тургидум» ( $2n = 42$ ) и между аналогичными модификациями, вызванными приторможением начального развития растений некоторых сортов, находится группа ветвящихся форм с хромосомально обусловленной ветвистостью колоса; эти формы представляют анеуплоиды. В наших озимых материалах четырех

сорт, отличающихся окраской колоса и признаком остистости, происхождением из скрещиваний сортов 'Forlani' (с одним родительским сортом *T. turgidum* L.) × Мирововская 808, после 20 лет посева «разветвленных», ежегодно выщепляются формы без ветвления колоса с большей длиной стеблей (и с остальными идентичными признаками), которые являются эуплоидными.

пшеница; ветвящийся колос; анеуплоиды

KOŠNER, J. — FOLTÝN, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *Chromosomal Relations in the Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) with Branched Spike*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 11-17.

Between the genetically fixed forms of common wheat (*Triticum aestivum* L.) with branched spike of "turgidum" type ( $2n = 42$ ) and the analogical modifications, induced by means of retarding the initial development of the plants of some varieties, there is a group of branched forms with chromosomally conditioned branchiness of spike; these forms represent aneuploids. After twenty years of repeated sowing, long-stemmed non-branched forms, with the other traits identical, segregate every year from our winter materials of four varieties differing in spike colour and awniness and coming from the crossing of the 'Forlani' variety (including one parent variety of *T. turgidum*) with the 'Mironovskaya 808' variety.

wheat; branched spike; aneuploids

KOŠNER, J. — FOLTÝN, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Chromosomale Verhältnisse bei Weizen (*Triticum aestivum* L.) mit verzweigten Ähren*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 11-17.

Zwischen den erblich angelegten Formen des Weizens (*Triticum aestivum* L.) mit verzweigten Ähren vom Typ „turgidum“ ( $2n = 42$ ) und den analogen Modifikationen, die durch die Verzögerung der Anfangsentwicklung der Pflanzen einiger Sorten hervorgerufen wurden, steht eine Gruppe von verzweigten Formen mit einem chromosomal bedingten verzweigten Charakter der Ähre. Diese Formen stellen die Aneuploide dar. In unseren Wintermaterialien von vier Sorten, die sich durch ihre Ährenfarbe und ihre Grannigkeit unterscheiden und die aus der Kreuzung der Sorten 'Forlani' (mit einer Elternsorte *T. turgidum* L.) × 'Mironowskaja 808' stammen, werden nach 20 Jahren der Nachsaat der verzweigten Formen neue, nichtverzweigte Formen mit längeren Halmen (und mit anderen übereinstimmenden Merkmalen) gebildet. Diese Formen sind euploid.

Weizen; verzweigte Ähre; Aneuploide

---

*Adresa autorů:*

Ing. Jindřich Košner, CSc., doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

---

## POKYNY PRO AUTORY VĚDECKÝCH ČASOPISŮ ČSAZ

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

Jednotlivé práce nemají přesahovat rozsah 20 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

### Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Ilustrace, grafy, tabulky a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačují tužkou pořadové číslo obrázků nebo grafů a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

### Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Jména autorů se uvádějí bez titulů s počátečním písmenem jména.

**Souhrn** — Vypracování souhrnu je nutné věnovat obzvláštní péči. Autor do něho má shrnout vše, co je na jeho práci pozoruhodné a nové a co má být dokumentováno. Souhrn má být nekritickým informačním výběrem významného obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nesmí překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami a ne telegrafickým způsobem. Souhrn začíná jménem autorů, adresou pracoviště, titulem článku a citací časopisu.

**Klíčová slova** (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.

**Úvod** — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejnižší počet autorů.

**Materiál a metoda** — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

**Výsledky** — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

**Diskuse** — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se ocitovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

**Literatura** — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslo se uvádí zkratka č. a před první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá v práci zkratk jakéhokoliv druhu, je nutné je vysvětlit, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratky nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSC.

# TVORBA KLON-LINIOVÉHO F<sub>1</sub> HYBRIDU ZELÍ S VYUŽITÍM EXPLANTÁTOVÝCH KULTUR

K. Křivský, V. Borovec

---

KŘIVSKÝ, K. — BOROVEC, V. (SEMPRA — Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský, Olomouc): *Tvorba klon-liniového F<sub>1</sub> hybridu zelí s využitím explantátových kultur*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 19-26.

V práci je navržen postup tvorby klon-liniového F<sub>1</sub> hybridu zelí pomocí meristémové techniky. Z běžné populace odrůdy je vybráno několik nejkvalitnějších rostlin odpovídajících sortotypu. Tyto rostliny jsou naklonovány pomocí meristémové techniky a otestovány na specifickou kombinační schopnost. Meriklon je použit jako otcovská komponenta pro opylení vybrané linie za vzniku F<sub>1</sub> hybridu, který byl nazván klon-liniový F<sub>1</sub> hybrid. Byly porovnány výnosy semene výchozí linie zelí Dpp 3 ve čtyřech kombinacích křížení a s meriklonem odrůdy 'Dobrovodské pozdní', včetně recipročních křížení. Bylo konstatováno, že výnosy semene klon-liniového F<sub>1</sub> hybridu jsou srovnatelné s klasickým F<sub>1</sub> liniovým hybridem. Následná výkonnostní zkouška ukázala srovnatelnost výnosu liniového F<sub>1</sub> hybridu s klon-liniovým F<sub>1</sub> hybridem v celkovém výnosu i hmotnosti tržní hlávky. Při využití klon-liniového F<sub>1</sub> hybridu je dosaženo výrazné úspory času při získávání otcovského komponentu. Ten lze meristémovou technikou získat během jednoho roku v porovnání s 5–10 lety, které jsou nutné při postupu inzuchtování linií. V souvislosti s tím je možné také počítat s ekonomickými zisky, srovnáme-li náklady vynaložené na nový a klasický postup.

klon-liniový F<sub>1</sub> hybrid; *Brassica oleracea* L. var. *capitata*; meristémová kultura

---

Hybridní šlechtění košťálové zeleniny, zejména v poslední době, přispělo k významnému pokroku v získávání odrůd. Umožnilo aktivnější zásah do formování genotypů a pružnější inovaci sortimentů.

Životnost odrůd košťálové zeleniny je v průměru 17 let, což je neúnosně dlouhá doba. Výzkumníci se snaží tuto periodu zkrátit alespoň na 10 let, výhledově na pět až šest let.

Jednou z metod, kterou lze k dosažení tohoto cíle využít, je hybridní šlechtění. Úspěšné F<sub>1</sub> hybridy jsou vyrovnané, výkonné a plní často specifické, netradiční šlechtitelské cíle. Mají rovněž značný komerční význam.

Ústředním, technicky obtížným problémem hybridního šlechtění je tvorba geneticky hodnotných linií a jejich efektivní reprodukce. V ČSSR je pro rozmnožování košťálové zeleniny využíváno, vedle klasického opylování v poupěti (Pearsona, 1982), celá řada dalších metod. Například metoda uměle indukované pseudofertility v atmosféře CO<sub>2</sub> (Jiřík, 1981, 1984), metoda vzniku izogenních linií (Marrewijk, Visser, 1973), a novější metodiky mikropropagace explantátovou technikou (Bajaj, Nietsch, 1978; Dostál, 1979; Borovec, 1986; Borovec, Křivský, 1987 aj.).



V tomto sdělení je navržena možnost dílčí náhrady otcovských linií košťálové zeleniny (konkrétně zelí) v hybridizačním procesu, a to klonovým potomstvem jedné hlávky vybrané z heterogenní populace.

## MATERIÁL A METODY

### Metodika odvození klonu — otec

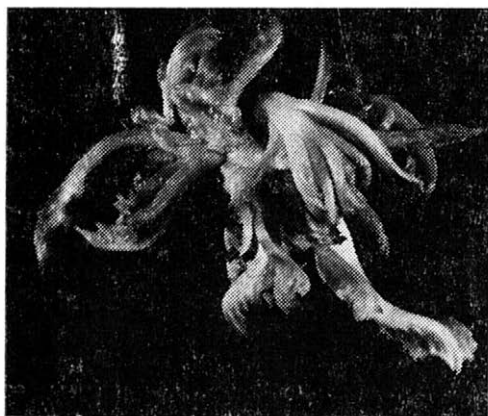
Při tvorbě klonu — otce jsme vyšli z následujícího předpokladu. Rostlina cizosprašné populace je sice heterozygotem, ale rozsah genetické variability má menší nejen v rámci celé populace, ale i v porovnání s jednotlivou rostlinou F<sub>1</sub> hybridu, složeného z rozdílných linií.

Klon byl odvozen z jedné rostliny vybrané z běžného produkčního porostu zelí odrůdy 'Dobrovodské pozdní'. Vybraná vynikající rostlina, odpovídající sortotypu, byla na podzim roku 1982 vysazena ve vytápěném skleníku. Po zakořenění byla hlávka příčně seříznuta tak, aby byl odstraněn apikální vrchol. Porušením apikální dominance vrcholu a po pozdějším úplném odstranění obalových listů hlávky se podpořil růst úžlabních pupenů. Ty byly později odříznuty, ošetřeny stimulatorem PAKA a vysázeny do substrátu v množárně. Ze 42 pupenů jedné dávky bylo získáno 36 rostlin, které byly v květnu 1983 vysázeny na pole. Porost klonu byl morfologicky vyrovnaný. Z takto vzniklého klonu byla vybrána jedna hlávka, která byla rozmnožena meristémovou technikou.

### Metodika mikropropagace meristémovou technikou

Mikropropagace v podmínkách *in vitro* byla provedena pomocí meristémové kultury (obr. 1). Tato technika byla u košťálové zeleniny popsána několika autory (Bajaj, Nietsch, 1981; Walkey et al., 1980; Marjachina, 1981; Leike, Wiczorek, 1982; Borovec, 1986; Borovec, Křivský, 1987 aj.).

Jako primárních explantátů bylo použito meristémových pupenů z úžlabí listů. Proliferační médium — (MS médium) bylo připraveno podle předpisu, který publikoval Murashige a Skoog (1962), doplněné 1 mg BAP na 1 litr. Zakořeňování diferencovaných pupenů proběhlo na MS médium s 0,01 mg adeninu na 1 litr.



1. Meriklon - otec (médium MS + BAP)  
— The mericlone - father (medium MS + BAP)



2. Kvetoucí klon — Flowering clone

|                  | Sklizeno [g] |                  | Srovnání [%] |                | Sklizeno [g] |                  | Srovnání [%] |
|------------------|--------------|------------------|--------------|----------------|--------------|------------------|--------------|
|                  | celkem       | z jedné rostliny |              |                | celkem       | z jedné rostliny |              |
| Dpp 3 × Hi 2     | 370          | 6,16             | 100,00       | Dpp 2 × Dp 4   | 360          | 6,0              | 97,40        |
| reciproce        | 350          | 5,83             | 94,64        | reciproce      | 480          | 8,0              | 129,87       |
| Dpp 3 × Hi 1 × 2 | 420          | 7,00             | 113,63       | Dpp 3 × Dobro- |              |                  |              |
| reciproce        | 370          | 6,16             | 100,00       | vodské (meri)  | 1080         | 18,0             | 292,20       |
| Dpp 3 × A 1 × 2  | 450          | 7,50             | 121,75       | reciproce      | 3180         | 53,0             | 860,38       |
| reciproce        | 320          | 5,33             | 86,52        |                |              |                  |              |

Explantáty byly pěstovány v kultivační místnosti při 16hodinovém osvětlení zářivkami při intenzitě 2500 luxů. Teplota se pohybovala v rozmezí  $21 \pm 2^\circ\text{C}$ . Regenerované rostlinky byly převáděny do nesterilních podmínek ve skleníku. Základem převodu je postupné přivýkání regenerantů na nové podmínky růstu, vysoká relativní vlhkost vzduchu a hrubozrnný perlit jako substrát (Borovec, Křivský, 1987). Za tři až čtyři týdny jsou regenerované rostliny vysazovány do půdy a dále ošetřovány běžnými agrotechnickými metodami.

V roce 1984 byly rostliny klonu odvozeného z jedné hlávky vysazeny na pole. Na jaře roku 1985, po přezimování v sazečkárně, bylo vysazeno 60 rostlin meriklonu do technického izolátu o rozměru  $360 \times 1000 \times 200$  cm, spolu se 60 rostlinami normální inzuchtní linie Dpp 3, vyšlechtěné z odrůdy 'Dobrovodské polopozdní'. V období květu byl v izolátu umístěn včelí úlek (tři rámký, 5000 včel). Osivo bylo sklizeno a dále zpracováno z každé komponenty zvlášť. V roce 1986 bylo toto osivo použito pro výkonnostní zkoušku, která byla založena z přímého výsevu v dubnu 1986 do sponu  $60 \times 45$  cm s počtem 60 rostlin na dílci ve čtyřech opakováních. Sklizeň proběhla koncem září 1986.

## VÝSLEDKY

Rostliny meriklonu, přestože měly mnohem jemnější kořenový systém bez silnějších kotvících kořenů, měly v semenné fázi, ve srovnání s rostlinami linie Dpp 3, výrazně větší vzrůst a bohatě kvetly (obr. 2). V tab. I jsou uvedeny výnosy osiva linie Dpp 3 v různých kombinacích, včetně meriklonu z obdobných pěstebních podmínek.

Po opylení meriklonem průměrná sklizeň osiva z jedné rostliny linie Dpp 3 činila 18 g. Bylo to 292,2 % sklizně téže linie po opylení izogenní linií Hi 2 (6,16 g) a 257,1 % po opylení hybridem dvou izogenních linií Hi 1 × 2 (7 g). Z rostliny samotného meriklonu se sklídilo průměrně 53 g osiva, tj. 860,3 % sklizně kombinace linií Dpp 3 × Hi 2.

V odrůdovém pokusu nebyla v potomstvu linie Dpp 3 opylené meriklonem z odrůdy 'Dobrovodské pozdní' zjištěna žádná rostlina po samoopylení. Tím byla prokázána stoprocentní hybridnost osiva.

Klon-liniový F<sub>1</sub> hybrid (obr. 3) je srovnatelný ve vyrovnanosti vzrůstu s klasickým dvouliniovým hybridem linií, vycházejícím ze stejných odrůd. Rovněž tak výnos osiva byl srovnatelný. V celkovém výnosu hmoty se klon-liniový F<sub>1</sub> hybrid vyrovnal klasickému dvouliniovému F<sub>1</sub> hybridu. V tržním výnosu byl zásluhou menšího odpadu lepší, a to nad úroveň standardy (tab. II).



3. Klon-liniový F<sub>1</sub> hybrid — Clone-line F<sub>1</sub> hybrid

II. Výkonnostní zkouška různých typů hybridů — Performance test of different types of hybrids

|                        | Dobrovodské<br>pozdní | Dpp 3 ×<br>× Dp 4 | Dpp 3 ×<br>× Dp meri | Reciproce |
|------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Celkový výnos [t/ha]   | 131,20                | 129,05            | 128,70               | 77,50     |
| Srovnání [%]           | 100,00                | 98,36             | 98,90                | 59,07     |
| Vzrůst (1–9)           | 9                     | 8,5               | 9                    | 8         |
| Vyrovnanost typu (1–9) | 6,5                   | 8                 | 8                    | 7         |
| Tržní výnos [t/ha]     | 69,13                 | 74,10             | 97,22                | 61,11     |
| Srovnání [%]           | 100,00                | 107,18            | 140,63               | 88,52     |
| Hlávka tržní [kg]      | 3,36                  | 3,11              | 3,38                 | 2,27      |
| Srovnání [%]           | 100,00                | 92,55             | 100,05               | 67,55     |
| Odpad celkem [%]       | 47,3                  | 42,5              | 24,4                 | 21,1      |
| prasklé [%]            | 35,7                  | 35,1              | 20,8                 | 18,7      |
| nemocné [%]            | 11,5                  | 7,3               | 3,6                  | 2,4       |
| ostatní [%]            | 0,1                   | 0,1               | 0                    | 0         |

## DISKUSE

Klonování košťálových zelenin pomocí kořenových a bočních výhonů navrhli Sitař (1957), Nieuwhof (1958), Honms et al. (1961), Frydrych (1975) aj. Klonování *in vitro* se u jmenovaných druhů ze-

lenin ukazuje jako rychlejší a efektivnější. Navíc je umožněno i další množení klonu *in vitro*, a tím jeho dlouhodobé udržování. Výchozí hlávka použitá k založení klonu odrůdy 'Dobrovodské pozdní' je dosud množena v podmínkách *in vitro*.

Technicky explantátových kultur bylo u druhu *Brassica oleracea* použito již k různým cílům. Nejčastěji je využíváno meristémové kultury k mikropropagaci rostlinného materiálu (Pow, 1969; Walkey, Woolfitt, 1970; Hall, 1983; Bajaj, Nietsch, 1978; Leike, Wieczorek, 1982; Borovec, 1986; Borovec, Křivský, 1987 aj.). Kritérium je genetická stabilita regenerantů (D'Amato, 1977; Novák, 1973).

U květáku bylo meristémové kultury použito již ve šlechtitelském procesu a k ozdravování od viróz (Crisp, Walkey, 1974; Grout, Crisp, 1974; Torres, 1980, 1978, Kunert, 1985 — ústní sdělení, Mareček; Kučera, 1980). Dale (1975, 1977, 1982) shledává přednosti meristémových kultur zejména

- v zajištění genetické stability regenerantů,
- ve využitelnosti ke konzervaci genofondu a pro postupné šlechtitelské zpracování výchozího materiálu,
- v možnosti eliminace některých fytopatogenů, zejména viróz aj.

Také při tvorbě klonu v procesu vytváření klon-liniového F<sub>1</sub> hybridu zelí bylo využito meristémové kultury (Borovec, Křivský, 1987).

Zvolený postup mikropropagace zelí se ukázal jako vhodný. Explantáty na MS médiu, doplněné 1 mg BAP na litr, vytvářely mnohonásobné prýty. Ty pak rychle zakořeňovaly na médiu MS s 0,01 mg adeninu na 1 litr, kde prorůstaly až v rostlinky. Kalusy na bázi explantátů nebyly pozorovány. Kalusové kultury nebyly pro zvolené účely vhodné z důvodů zvýšené pravděpodobnosti chromozomálních nestabilit (Novák, 1973).

Hlavním motivem našeho výzkumu bylo ověření možnosti zkrácení doby vývoje alespoň otcovské komponenty při produkci F<sub>1</sub> hybridu, zajištění plnohodnotné reprodukce, eventuálně využití předpokládané výše životnosti. Problémem zůstávalo, zda meriklon vyvinutý přímo z populace odrůdy nenaruší v kombinaci s normální linií vyrovnanost F<sub>1</sub> hybridu. Výsledky ukázaly, že vyrovnanost porostu, výnos osiva i hmoty jsou srovnatelné s klasickým dvouliniovým F<sub>1</sub> hybridem (tab. I a II). Navíc jsou zde, při tvorbě otcovského komponentu, získány výrazné časové úspory. Vyšlechtění izogenní linie při zkráceném jednoletém reprodukčním cyklu trvá pět let, přičemž při normálním dvouletém cyklu 10 let. Klon je ale možné vyvinout i během jednoho roku. Zkrácení potřebné doby je tedy výrazné.

Velice příznivým způsobem se projevila vyšší životnost meriklonu. Silný vzrůst a bohaté kvetení semeníc umožňuje rozšířit u linií používaný poměr výsadby z 1 : 1 na 3—4 : 1. Lze předpokládat, že by v daném případě stačilo pro produkci 100 kg hybridního osiva celkem 1000 až 1500 regenerantů klonu.

Zvýšená opylovací schopnost klonu zvýšila výtěžnost hybridního osiva mateřská linie téměř na trojnásobek a jeho hybridnost bylo 100 %.

Průkazným výsledkem výzkumu je zjištění, že klon-liniový F<sub>1</sub> hybrid zeli je stejně vyrovnaný i výkonný jako klasický hybrid.

Při praktické realizaci klon-liniových F<sub>1</sub> hybridů by bylo vhodné provádět komplexní vyhodnocování výchozích rostlin i vzniklých klonů, včetně jejich kombinovatelnosti a testů autoinkompatibility.

## Literatura

- BAJAJ, Y. P. S. — NIETSCH, P.: *In vitro* propagation of red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). J. exp. Bot., 26, 1978, s. 883-890.
- BOROVEC, V.: Meristémová kultura linií růžičkové kapusty (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera* D. C.). Bull. Výzk. šlecht. Úst. zelin., Olomouc 1986, č. 30, s. 31-45.
- BOROVEC, V. — KŘIVSKÝ, K.: Mikropropagace šlechtitelských linií zeli, *Brassica oleracea* L. var. *capitata* (L.) Alef. Sbor. ÚVTIZ - Zahradnictví, 14, 1987, č. 2, s. 106-118.
- CRISP, D. — WALKEY, D. G. A.: The use of aseptic meristem culture in cauliflower breeding. Euphytica, 23, 1974, s. 305-313.
- D'AMATO, F.: Cytogenetics of differentiation in tissue and cell cultures. In: REI-NIETSCH, J. — BAJAJ, Y. P. S. (Eds): Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture. Berlin, Springer 1977.
- DALE, P. J.: Tissue culture. Ann. Rep. for 1976. Report of the WP BS, Univ. Coll. Wales, Aberystwyth, s. 111-113.
- DALE, P. J.: Meristem tip culture in *Lolium*, *Festuca*, *Phleum* and *Dactylis*. Pl. Sci. Letters, 9, 1977, s. 333-338.
- DALE, P. J. — CHEYNE, V. A. — DALTON, S. J. — FAY, M. E. — JONES, M. L. — PIKE, M. S.: Tissue culture for the conservation and creation of generic. In: Fodder Crop. Sect. The Utilization of Resources in Fodder Crop Breeding. 1982, s. 124-132.
- DOSTÁL, J.: Klonování kvěťáku *in vitro*. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, Výzk. Úst. rostl. Výr., 1974, s. 1-56.
- FRYDRYCH, J.: Příspěvek k vegetativnímu rozmnožování košťálové zeleniny. I. Kedlubny a zeli. Bull. Výzk. Úst. zelin., Olomouc, 1975-1976, č. 19/20, s. 138-145.
- FRYDRYCH, J.: Příspěvek k vegetativnímu rozmnožování košťálové zeleniny. II. Květák. Bull. Výzk. Úst. zelin., Olomouc, 1975-1976, č. 19/20, s. 148-155.
- GROUT, B. W. W. — CRISP, P.: Practical aspects of the propagation of cauliflower by meristem culture. Acta Hort., 78, 1977, s. 289-296.
- HALL, O.: Användning av vävmadskultur teknik i biomkals — och sallatsförädling. Sver. Utsädesför. Tidsk., 93, 1983, s. 31-34.
- HONMA, S. — BUKOVAC, M. J. — HEECKT, O.: Studies on the asexual reproduction of cauliflower. Amer. Soc. Hort. Sci., 78, 1961, s. 343-348.
- JIRÍK, J.: Množení osiva homozygotních antikompatibilních linií hlávkového zeli při zvýšené hladině kyslíčniku uhličitého. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 8, s. 883-890.
- JIRÍK, J.: Efektivní metody produkce hybridů košťálové zeleniny. [Závěrečná zpráva.] Olomouc, Výzk. šlecht. Úst. zelin., 1984, s. 42.
- LEIKE, H. — WIECZOREK, G.: Arch. Zücht. Forsch., 12, 1982, s. 375-383.
- MAREČEK, F. — KUČERA, V.: Metody zvyšování produktivity výroby hybridního osiva košťálovin. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzk. Úst. rostl. Výr., 1980, s. 1-82.
- MARJACHINA, I. J.: Charakter morfogeneza i rozmnoženíja kočannoj kapusty po kulture tkani pri ispolzovanii različnyh stimuljatorov rosta. Sel. choz. Biol., 16, 1981, č. 2, s. 246-251.
- MARREWIK, N. P. A. — VISSER, D. L.: Inkompatibiliteit in koolgewassen. Meded., 365, 1973, IVT, Wageningen.
- MURASHIGE, T. — SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Pl., 15, 1962, s. 473-497.
- NIEUWHOF, M.: Vegetative maintenance and propagation of cauliflower. Euphytica, 7, 1958, s. 170-179.
- NOVÁK, F. J.: Genetická stabilita rostlinných explantátových kultur. Biol. Listy, 43, 1978, č. 1, s. 33-41.
- PEARSON, O. H.: Breeding plants of cabbage group. Calif. Agr. Exp. Bull., 532, 1932, s. 1-22.
- POW, J. J.: Clonal propagation *in vitro* from cauliflower curd. Hort. Res., 9, 1969, s. 151-152.



- SITAŘ, J.: Vegetativní rozmnožování košťálových zelenin. Rostl. Výr., 3, 1957, č. 11, s. 1141-1160.
- TORRES, A. G. — VECCHTA, P. T. D. — CALDAS, L. S.: Propagacao vegetativa de couve — flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* subvar. *cauliflora* D.C.) *in vitro* visando ao melhoramento de cultivares de verao. R. Ceres, 142, 1978, č. 25, s. 602-609.
- TORRES, A. G. — PAVIANI, T. I. — CALDAS, L. S. — VECCHTA, P. T. D.: Anatomy of shoot production *in vitro* from explants of cauliflower curd *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* subvar. *cauliflora* D.C. Pesq. agropec. bras., 15, 1980, č. 4, s. 435-440.
- WALKEY, D. G. A. — NEELY, H. A. — CRISP, P.: Rapid propagation of white cabbage by tissue culture. Sci. Hort., 12, 1980, s. 99-107.
- WALKEY, D. G. A. — WOOLFITT, J. M. G.: Rapid clonal multiplication of cauliflower by shake culture. J. Hort. Sci., 54, 1970, s. 205-206.

Došlo dne 16. 9. 1987

КРЖИВСКИ, К. — БОРОВЕЦ, В. (СЕМПРА — Научно-исследовательский и селекционный институт овощеводства, Оломоуц): Создание клон-линейного F<sub>1</sub>-поколения гибрида капусты с использованием тканевых культур. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 19-26.

В работе предложен способ создания клон-линейного F<sub>1</sub>-поколения гибрида капусты при помощи техники меристем. Из обычной популяции сорта отобрано несколько растений высокого качества, которые соответствуют сортовику. Эти растения клонированы при помощи техники меристем и аттестированы на специфическую комбинационную способность. Мериклон использован в качестве отцовского компонента для опыления выбранной линии при возникновении F<sub>1</sub>-поколения гибрида, который назвали клонлинейный F<sub>1</sub>-поколения гибрид. Сравнивались урожаи семян исходной линии капусты Dpp 3 в четырех комбинациях скрещивания и с мериклоном сорта 'Dobrovodské pozdní', включительно реципрокных скрещиваний. Констатировали, что урожаи семян клонлинейного F<sub>1</sub>-поколения гибрида являются сравнимыми с классическим F<sub>1</sub>-поколения линейным гибридом. Последующее испытание на производительность показало сравнимость урожая линейного F<sub>1</sub>-поколения гибрида с клон-линейным F<sub>1</sub>-поколения гибридом в общем урожае и массе товарного кочана. При использовании клонлинейного F<sub>1</sub>-поколения гибрида получена значительная экономия времени при получении отцовского компонента. Этот можно техникой меристем получить в течении одного года в сравнении с 5—10 годами, которые нужны при ходе инцухтирования линий. В соответствии с этим, также можно рассчитывать на экономическую вырубку, если сравним затраты связанные с новым и классическим ходами.

клон-линейный F<sub>1</sub>-поколения гибрид; *Brassica oleracea* L. var. *capitata*; культура меристем

KŘIVSKÝ, K. — BOROVEC, V. (SEMPRA — Research and Breeding Institute of Vegetable Growing, Olomouc): Formation of a Clone-Line F<sub>1</sub> Hybrid of White Cabbage with the Use of Explant Cultures. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 19-26.

A procedure of the formation of a clone-line F<sub>1</sub> hybrid of cabbage, based on the meristem culture technique, is proposed. Several top-quality plants of an adequate morphotype were chosen from the current population of the variety. These plants were cloned by the meristem technique and tested for specific combining ability. The mericlone is used as a paternal component for the pollination of a selected line. The F<sub>1</sub> hybrid produced in this way was called clone-line F<sub>1</sub> hybrid. The seed yields of the initial cabbage line Dpp 3 were compared in four cross combinations and with the seed yield of the mericlone of the 'Dobrovodské pozdní' variety, including reciprocal crosses. The seed yields of the clone-line F<sub>1</sub> hybrid compared favourably with the traditional F<sub>1</sub> line hybrid. The subsequent performance test confirmed the comparability of the total yield as well as the weight of market cabbage head of the clone-line F<sub>1</sub> hybrid with those of the line F<sub>1</sub> hybrid. When the clone-line F<sub>1</sub> hybrid is used, much time is saved from obtaining the paternal component. Using the meristem technique, the paternal component can be



obtained within a year, whereas in the line inbreeding method this process lasts 5—10 years. Comparing the costs of the new technique and the traditional procedure, economic benefits can be expected.

clone-line F<sub>1</sub> hybrid; *Brassica oleracea* L. var. *capitata*; meristem culture

KŘIVSKÝ, K. — BOROVEC, V. (SEMPRA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Gemüsebau, Olomouc): *Bildung der Klon-Linienkrauthybride F<sub>1</sub> unter Ausnutzung von Explantatkulturen*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 19-26.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Verfahren zur Bildung der Klon-Linienkrauthybride F<sub>1</sub> mittels der Meristemtechnik vorgeschlagen. Aus der üblichen Sortenpopulation wurde einige dem Sortotyp entsprechende Pflanzen von bester Qualität ausgewählt. Diese Pflanzen wurden mittels der Meristemtechnik geklont und auf ihre spezifische Kombinationseignung getestet. Der Meriklon wird als Vaterkomponente für die Bestäubung der ausgewählten Linie unter Entstehung der F<sub>1</sub>-Hybride angewendet, wobei die F<sub>1</sub>-Hybride als Klon-Linienhybrid F<sub>1</sub> bezeichnet wurde. Es wurden die Samenerträge der Ausgangskrautlinie Dpp 3 in vier Kreuzungskombinationen und mit dem Meriklon der Sorte 'Dobrovodské pozdní', einschliesslich der reziproken Kreuzungen, verglichen. Es wurde festgestellt, dass die Samenerträge der Klon-Linienhybride F<sub>1</sub> mit denjenigen der klassischen Linienhybride F<sub>1</sub> vergleichbar sind. Die nachfolgende Leistungsprüfung zeigte die Vergleichbarkeit des Ertrages der Linienhybride F<sub>1</sub> mit der Klon-Linienhybride F<sub>1</sub> im Gesamtertrag und im Gewicht des Marktkopfes. Bei der Ausnutzung der Klon-Linienhybride F<sub>1</sub> wird eine bedeutende Zeitersparnis bei der Gewinnung der Vaterkomponente erreicht. Sie kann mit Hilfe der Meristemtechnik während eines Jahres im Vergleich zu 5—10 Jahren, die bei der Linieninzucht vonnöten sind, gewonnen werden. Im Zusammenhang damit können wir auch mit ökonomischen Gewinnen rechnen, falls wir die für das neue und das klassische Verfahren aufgewendeten Mittel vergleichen.

Klon-Linienhybride F<sub>1</sub>; *Brassica oleracea* L. var. *capitata*; Meristemkultur

---

#### Adresa autorů:

Ing. Karel Křivský, VHJ SEMPRA, o. z., 538 03 Heřmanův Městec  
Ing. Vladimír Borovec, SEMPRA — Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský,  
772 36 Olomouc

---

# DVĚ TETRASOMICKÉ ODRŮDY RAJČETE

K. Pešina

---

PEŠINA, K. (Ústav experimentální botaniky ČSAV, České Budějovice): *Dvě tetrasomické odrůdy rajčete*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 27-31.

Dvě odrůdy rajčete (*Lycopersicum esculentum* Mill.), a to 'Ostravské rané' a 'L XXIV', jsou tetrasomici s počtem chromozómů  $2n = 26$ . To se projevuje v meiózi tvorbou kvadrivalentu nebo dvou homologických bivalentů. Rozdělení asociací v první metafázi je tudíž  $11^{II} + 1^{IV}$  nebo  $13^{II}$ , přičemž první způsob je častější. V diploténe jsou v kvadrivalentu viditelná dvě chiasmata. Chromozómy v kvadrivalentu jsou asociovány jako dva bivalenty, spojené svými konci. Během první anafáze se oddělí dva bivalenty; somaticky párované mohou setrvat do druhé metafáze. Rozdělení chromozómů je pravidelné a tvorba tetrad normální.

rozdělení chromozómů; párování chromozómů; meióze; tetrasomici; rajče

---

V roce 1985 jsem se zabýval cytologickou kontrolou dvou odrůd rajčete (*Lycopersicum esculentum* Mill.), a to 'Ostravské rané' a 'L XXIV'. U obou jsem zjistil dva nadbytečné chromozómy, tj.  $2n = 26$ . V téže době jsem si mohl přečíst práci P. Bankse (Bankš, 1984) o nově zjištěném počtu chromozómů řady odrůd rajčete (*Lycopersicum esculentum*), který autor stanovil na  $2n = 26$ . Toto číslo zjistil celkem u 20 odrůd z 23 studovaných; většina je zřejmě provenience USA. Až do té doby udávali autoři počet chromozómů u rajčete  $2n = 24$  (Fjodorov, 1969), pouze Tarnavski a Radulescu (1960) udávají vedle počtu 24 také 26 chromozómů. Anomalie v počtu chromozómů u rajčete byly zjištěny již dříve. Trisomiky a polyploidní typy popsali Lesley (1932) a Rick (1945).

V dalším období jsem se zaměřil na studium meióze u obou aneuploidů, tj. odrůd 'Ostravské rané' a 'L XXIV'.

## MATERIÁL A METODY

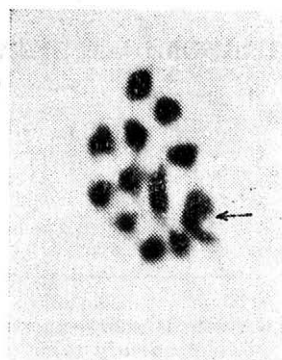
Semena obou odrůd jsem obdržel z Výzkumného ústavu rostlinné výroby, odboru genetiky a šlechtění, Praha-Ruzyně. Květní poupata pro studium meióze byla odebírána z rostlin ve skleníku v Praze-Ruzyni. Somatický počet chromozómů byl určen z metafází buněk kořenového meristému klíčících semen, po předpůsobení  $\alpha$ -bromnaftolem; barveno podle Feulgena. Zkoumali jsme vždy šest rostlin u každé dvě až tři metafáze. Meiotické chromozómy byly barveny orceinem.

## VÝSLEDKY

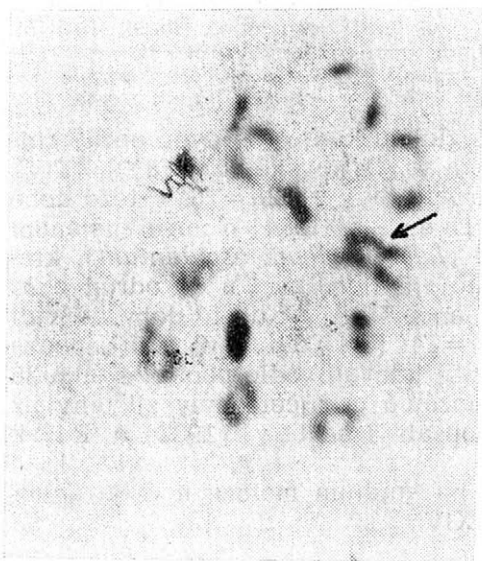
Počet somatických chromozómů byl shodný u obou odrůd  $2n = 26$  (obr. 1). Také meióze měla u obou odrůd shodný průběh. Počínaje diploténe bylo možné mezi bivalenty rozeznat konfiguraci kvadrivalentu s dvěma chiasmaty. Třetí chiasma lze předpokládat v místě spojení obou



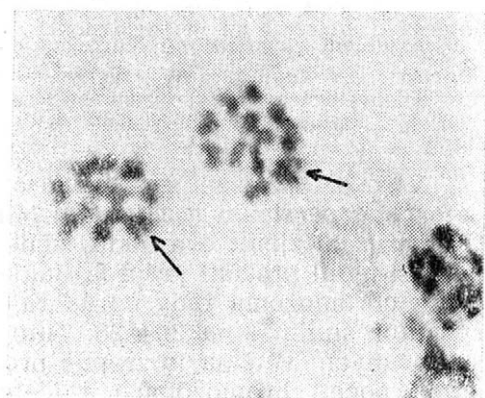
1. *Lycopersicum esculentum* odrůda 'L XXIV'. Somatická metafáze s 26 chromozómy — *Lycopersicum esculentum* cv. 'L XXIV'. Mitotical metaphase with 26 chromosomes



2. *Lycopersicum esculentum* odrůda 'Ostravské rané'. Metafáze I,  $11^{II} + 1^{IV}$  (kvadrivalent je označen šipkou) — *Lycopersicum esculentum* cv. 'Ostravské rané'. Metaphase I,  $11^{II} + 1^{IV}$  (quadrivalent arrowed)

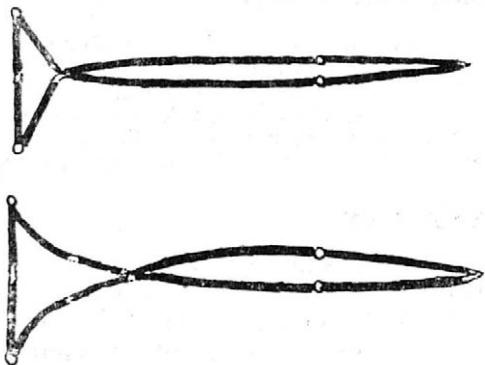


3. *Lycopersicum esculentum* odrůda 'L XXIV'. Anafáze I — rozdělení chromozómů v kvadrivalentu označuje šipka — *Lycopersicum esculentum* cv. 'L XXIV'. Anaphase I — distribution of quadrivalent chromosomes (arrow)



4. *Lycopersicum esculentum* odrůda 'L XXIV'. Metafáze II — celkem 13 chromozómů, dva chromozómy somaticky párované (šipka) — *Lycopersicum esculentum* cv. 'L XXIV'. Metaphase II — There are 13 chromosomes on both plates. Two of them somatic paired (arrow)

5. Dvě pravděpodobné konfigurace kvadrivalentu studovaných tetrasomiků (koordinace je diskordantní) — Two proposed configurations of quadrivalent of tetrasomics examined (co-orientation is discordant)



párů chromozómů. V kvadrivalentu byly oba páry chromozómů asociovány svými konci — telomerami, každý pár měl jedno své chiasma. V diakinézi a první metafázi (MI) se kvadrivalent i přes značné zkrácení lišil svou velikostí od ostatních bivalentů a nacházel se vždy na okraji desky chromozómů (obr. 2). V metafázi bylo nejčastější uspořádání asociací chromozómů  $11^{II} + 1^{IV}$ , ale bylo možné také pozorovat pouze bivalenty, tj.  $13^{II}$ . Rozdělení asociací u odrůdy 'L XXIV' je shrnuto v následujícím přehledu.

| Počet meiocytů | $13^{II}$ | $11^{II} + 1^{IV}$ |
|----------------|-----------|--------------------|
| 44             | 11        | 33                 |
|                | 25 %      | 75 %               |

Rozdělení asociací u odrůdy 'Ostravské rané' bylo podobné s tím, že bylo poněkud častější uspořádání  $11^{II} + 1^{IV}$  (asi 80 %).

V případě, že chromozómy tvořily jen bivalenty, nacházely se dva bivalenty blízko sebe, takže v MI vzbuzovaly dojem předčasné anafáze. V první anafázi (AI) se kvadrivalenty rozdělily na dva „bivalenty“ (obr. 3). Ve druhé metafázi bylo možné pozorovat 11 chromozómů a dva chromozómy somaticky párované (obr. 4). Tvorba tetrad byla normální.

## DISKUSE

Obě aneuploidní odrůdy rajčat jsou tetrasomici. Jak odrůdy 'Ostravské rané' a 'L XXIV', tak i odrůdy, které studoval Banks (1984), měly v diakinézi a MI chromozómy asociovány v 11 bivalentech a jednom kvadrivalentu, nebo méně častěji ve 13 bivalentech. Konfigurace kvadrivalentu, kterou popsal Banks (1984), má volnější spojení a konvergentní, případně paralelní koorientaci v MI. Jmenovaný autor předpokládá, že nadbytečný pár chromozómů vznikl centrickým štěpením, takže pár homologických, metacentrických chromozómů byl nahrazen čtyřmi telocentrickými chromozómy. Pro to mluví zejména zachování fertility u trisomické odrůdy 'Sunny'. V MI se totiž tvoří trivalent, který je složený z jednoho metacentrického a dvou telocentrických chromozómů, každý homologický jednomu rameni metacentrika. Je to zdánlivý bivalent; rozdělení chromozómů v AI může být symetrické. Jinou možností vzniku tetrasomika je nepravidelné rozdělení chromozómů v AI trisomika. Po autogamii, nebo vzájemném křížení trisomiků nalezneme v potomstvu di-, tri- a tetrasomiky (Darlington, 1965; Rieger, 1963). U rajčat trisomiky a polyploidní typy popsal Lesley (1932) a Rick (1945). Poslední upozorňuje na neplodnost heteroploidních typů. Nejpravděpodobnější vznik trisomika je, jak uvádí Rick (1945) non-disjunkce chromozómů v meiózi. Poměry v meiózi u dvou odrůd rajčete studoval Gröber (1961). Zjistil silnou snahu vytvářet seskupení čtyř chromozómů v MI. Tato seskupení neměla charakter ani primárních, ani sekundárních asociací. Počátek těchto spojení našel v pachyténe, kdy bivalenty byly spojeny svými telomerami v asociaci end-to-end (e-e), nebo řidčeji v křížovou konfiguraci. Posléze našel u rajčete asynaptic-ký mutant Soost (1951).

Z uvedeného je zřejmé, že u druhu *Lycopersicum esculentum* jsou genetické předpoklady pro vznik tri- a tetrasomiků. Konfigurace kvadri-

valentu u odrůd 'Ostravské rané' a 'L XXIV' měla spojení e-e mezi oběma bivalenty. Takovouto konfiguraci uvádějí jako jednu z možných pro tetraploida a tetrasomika Darlington (1965) a Sybenga (1975). Každý z bivalentů měl alespoň jedno chiasma v diploténe. Předpokládaná konfigurace kvadrivalentu je patrná z obr. 5; koorientace je diskordantní (Darlington, 1965). Spojení chromozómů v kvadrivalentu telomery a setrvání v bivalentech až do MII umožňuje pravidelné rozdělení chromozómů do tetrad. Tím je zajištěna fertilita tetrasomiků. Konfigurace kvadrivalentu, kterou uvádí ve své práci Banks (1984), je odlišná od konfigurace pozorované v meiocytech obou zkoumaných odrůd; chromozómy v konfiguracích, které popsal Banks (1984), mají volnější spojení. Z toho a ostatních diskutovaných poznatků usuzují, že tetrasomici rajčete odrůd 'Ostravské rané' a 'L XXIV' vznikli z trisomika nepravidelným rozdělením chromozómů v meióze. Následnou selekcí pak byly vybrány genotypy s pravidelným rozdělením chromozómů.

#### Poděkování:

Děkuji doc. dr. E. Pekárkové-Troníčkové, CSc., z VÚRV Praha-Ruzyně za laskavé poskytnutí rostlin i semen obou odrůd.

#### Literatura

- BANKS, P.: A new diploid chromosome number for tomato (*Lycopersicum esculentum*)? Canad. J. Genet. Cytol., 26, 1984, s. 636-639.  
 FJODOROV, A. A.: Chromozomnyje čisla cvetkovych rastenij. Leningrad, Izd. Nauka 1969.  
 GRÖBER, K.: Multivalente Assoziationen in diploiden Pollenmutterzellen der Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) und ihre Bedeutung für das Problem der Chromosomengrundzahl. Kulturpflanze, 9, 1961, s. 146-162.  
 LESLEY, J. W.: Trisomic types of the tomato and their relation to genes. Genetics, 17, 1932, s. 545-559.  
 RICK, C. M.: A survey of cytogenetics causes of unfruitfulness in the tomato. Genetics, 30, 1945, s. 347-362.  
 RIEGER, R.: Die Genommutationen. Jena, VEB G. Fischer 1963, 183 s.  
 SOOST, R. K.: Comparative cytology and genetics of asynaptic mutants in *Lycopersicum esculentum* Mill. Genetics, 36, 1951, s. 410-434.  
 SYBENGA, J.: Meiotic configurations. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag 1975, 251 s.  
 TARNAVSCHI, J. T. — RADULESCU, D.: Cercetări citologice și morfologice asupra unor plante hibride de *Solanum lycopersicum* L. Stud. Cerc. Biol., Sér. Biol. veg., 12, 1960, s. 281-298.

Došlo dne 27. 12. 1987

ПЕШИНА, К. (Институт экспериментальной ботаники ЧАН, Ч. Будейовице): Два тетрасомных сорта томатов. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 27-31.

Два сорта помидор (*Lycopersicum esculentum* Mill.), — 'Остравске ране' и 'Л. XXIV' — оказались тетрасомными с числом хромосом  $2n = 26$ . Это отражается на мейозе создания квадрилланта или же двух гомологических бивалентов. Таким образом, разделение ассоциаций на первой метафазе  $11^{II} + 1^{IV}$  или  $13^{II}$ , причем первый способ встречается чаще. В диplotéне в квадрилленте заметны два хиазмата. Хромосомы в квадрилленте ассоциированы как два бивалента, соединенные концами. В ходе I анафазы отделяются два бивалента; те, которые попарны соматически, могут оставаться до второй метафазы. Хромосомы разделяются регулярно, образование тетрад протекает нормально.

разделение хромосом; спаривание хромосом; мейоз; тетрасомные особи; томат

PEŠINA, K. (Institute of Experimental Botany, Czechoslovak Academy of Sciences, České Budějovice): *Two Tetrasomic Cultivars of Tomato*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 27-31.

Two cultivars of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.), namely 'Ostravské rané' and 'L XXIV' were subjected to cytological control. Somatic number of chromosomes was established as  $2n = 26$  (Fig. 1). The same countings were published earlier by Tarnavski and Radulescu (1960) and more recently by Banks (1984). In addition to somatic chromosome counts, the behavior of chromosomes in meiosis was studied. In diplotene, besides 11 bivalents also one quadrivalent with two distinct chiasmata were observable. In quadrivalent two pairs of chromosomes were associated with their telomeres. In diakinesis and in MI, quadrivalent was larger than any bivalent and was situated on the periphery of the chromosome plate (Fig. 2). The distribution of chromosomes associations in diakinesis and MI was mostly  $11^{II} + 1^{IV}$  (approxim. 75–80%), not often  $13^{II}$ . If the chromosomes were associated in bivalents only, almost two bivalents were found to be closed one to another. In AI quadrivalent was separated in two "bivalents" (Fig. 3), which were observable as somatic paired chromosomes even in MII (Fig. 4). The distribution of chromosomes during AI was regular and the production of tetrads normal. We suppose that both cultivars studied are tetrasomic. Banks has proposed the idea that the centric fission of a metacentric chromosome is involved in tetrasomics studied by him. Quadrivalents observed in meiocytes of cvs. 'Ostravské rané' and 'L XXIV' were quite different from the configurations described in Banks paper. The configuration ascertained in our work (Fig. 5) corresponds to that with a discordant co-orientation ascribed by Darlington (1965) for a tetraploid. It may be assumed that both tetrasomics have raised from a trisomic as a consequence of uneven distribution of multivalent chromosomes during meiosis. The following selection for even distribution of quadrivalent chromosomes has secured the fertility of the tetrasomics.

chromosomes distribution; chromosomes pairing; meiosis; tetrasomics; tomato

PEŠINA, K. (Institut für experimentelle Botanik der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, České Budějovice): *Zwei tetrasomische Tomatensorten*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 27-31.

Zwei Tomatensorten (*Lycopersicum esculentum* Mill.) u. zw. 'Ostravské rané' und 'L XXIV', sind Tetrasomiker mit Chromosomenzahl von  $2n = 26$ . Dies kommt in der Meiose durch die Bildung eines Quadrivalents oder zweier homologischer Bivalente zum Ausdruck. Die Einteilung der Assoziationen in der ersten Metaphase ist folglich  $11^{II} + 1^{IV}$  oder  $13^{II}$ , wobei der erste Fall der häufigere ist. Im Diplotän sind im Quadrivalent zwei Chiasmata sichtbar. Die Chromosomen sind im Quadrivalent als zwei, an ihren Enden verbundene Bivalente assoziiert. Während der ersten Anaphase trennen sich zwei Bivalente ab; die somatisch gepaarten können bis in die zweite Metaphase verharren. Die Einteilung der Chromosomen ist regelmäßig und die Tetradenbildung normal.

Chromosomeneinteilung; Chromosomenpaarung; Meiose; Tetrasomiker; Tomate

---

Adresa autora:

RNDr. Karel Pešina, CSc., Ústav experimentální botaniky ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

---



## RASTENIEVÁDNI NAUKI

Časopis se zaměřením na rostlinnou výrobu prezidia Bulharské zemědělské akademie Rastenievážni nauki oslavuje 25. výročí svého vydávání. Je vědeckým fórem výzkumných ústavů a vysokých zemědělských škol a je v něm zveřejněna většina výsledků vědy a výzkumu v oblasti rostlinné výroby.

Zvláštní pozornost je věnována řešení obilního programu jak po stránce kvantitativní, tak po stránce kvality zrnin. V časopise byla uveřejněna řada článků na téma zvýšení produkce rostlinných bílkovin. Široké spektrum nových vědeckých poznatků je uvedeno v oblasti pěstování technických plodin, včetně tabáku, chmele, růží. Tradičně široká je oblast bulharského výzkumu v ovocnářství a zelinářství, které mají v evropském srovnání špičkovou úroveň a budou bohatým zdrojem nových poznatků pro československého čtenáře.

V uvedeném časopise se publikují výsledky výzkumu z Ústavu introdukce a genetických zdrojů rostlin v Sadovu, který je součástí mezinárodního programu studia genetických zdrojů, vedeného FAO. Výsledky z této oblasti výzkumu umožňují urychlit a zlepšit šlechtitelskou práci využitím nejlepších rodičovských forem.

Časopis ovšem přináší též výsledky základního výzkumu z oboru biologie, fyziologie rostlin, biochemie a biofyziky. Nalezneme zde i výsledky studia požadavků na podmínky prostředí a studia vlivu různých faktorů na produkci rostlin, mezi nimi i vlivu půdních podmínek, agrotechniky, výživy a hnojení.

V řadě čísel časopisu jsou uvedeny výsledky studia různých systémů závlah pro jednotlivé plodiny, včetně popisů technické stránky provádění závlah, jejich automatizace řízení a efektivnosti.

Články v časopise zahrnují problematiku ochrany rostlin proti chorobám a škůdcům, kontroly plevelů, včetně integrované ochrany a biologického způsobu boje. Uvádějí se i studia reziduí pesticidů. Časopis pokrývá širokou oblast informací z rostlinné výroby. Každá práce je doplněna ruským, anglickým, případně německým závěrem.

Předpokládáme, že může být prospěšný i našemu okruhu čtenářů, neboť v něm lze nalézt řadu poznatků, využitelných v československém výzkumu a zemědělské praxi. Časopis lze objednat prostřednictvím PNS a podniku pro dovoz zahraničního tisku.

(r)

# HODNOCENÍ KOMBINAČNÍCH SCHOPNOSTÍ GENOTYPŮ KUKUŘICE SYSTÉMEM DIALELNÍHO KŘÍŽENÍ V MAKROPROSTŘEDÍ

J. Vožda, B. Kubecová

---

VOŽDA, J. — KUBECOVÁ, B. (Mendeleum, Lednice na Moravě): *Hodnocení kombinačních schopností genotypů kukuřice systémem dialelního křížení v makroprostředí*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 33-46.

V souboru 10 rodičovských genotypů kukuřice bylo hodnoceno 45 kombinací přímého dialelního křížení ve čtyřech pokusných ročnících s využitím modelu analýzy podle Griffinga (1956) a Voždy (1980). Analýza výsledků se prováděla podle ročníků a přes pokusné ročníky u znaku výnos zrna na rostlinu. Analýza rozptylu dialelního křížení ukázala, že v daném souboru genotypů je celková proměnlivost hodnoceného znaku podmíněna jejich rozdílným přínosem, vyjádřeným obecnou a specifickou kombinační schopností v každém z pokusných ročníků. Souhrnná analýza rozptylu přes ročníky pak prokázala významnou závislost fenotypové hodnoty znaku jak na kombinačních schopnostech genotypů, tak i jejich interakci s pokusnými ročníky. Odhady efektů kombinačních schopností (GCA a SCA) projevují v pokusných ročnících značnou variabilitu, která je odrazem konkrétních podmínek, což dokazuje, že odhady provedené pouze v jednom prostředí mají velmi nízkou spolehlivost a mohou vést ke značně nepřesným závěrům. Hodnocení materiálu ve více prostředích a na jeho základě získané odhady efektů kombinačních schopností zvyšuje jejich spolehlivost. Jsou uvedeny hodnocení genotypů a hybridních kombinací pomocí efektů kombinačních schopností, jejich interakcí s prostředím, které spolu s efekty prostředí a průměrnou hodnotou populace poskytují nejúplnější šlechtitelskou informaci v rámci biparentálního křížení genotypů s využitím modelu dialelního křížení.

*Zea mays* L.; dialelní křížení; výnos zrna na rostlinu; GCA a SCA; efekty GCA a SCA; interakce s prostředím

---

Základní charakteristikou při hodnocení homozygotních genotypů (linií) je jejich kombinační schopnost, tj. schopnost poskytovat po křížení s jinými genotypy hybridní potomstvo s vysokou mírou heteroze v rozhodujících kvantitativních znacích. Míra kombinační schopnosti genotypů je rozhodující z hlediska jejich šlechtitelského využití.

Pro hodnocení kombinační schopnosti genotypů nejsou k dispozici žádné jiné metody, kromě uplatnění určitého systému křížení s následnými zkouškami hybridních potomstev (Vožda, 1984, 1985).

Značné rozšíření ve šlechtitelské metodologii získal systém biparentálního křížení genotypů pod názvem dialelní křížení (Sprague, Tatum, 1942; Rojas, Sprague, 1952; Jinks, Hayman, 1953; Hayman, 1954; Griffing, 1956 atd.), který byl rozpracován v několika alternativních systémech analýzy (Vožda, 1985). V rámci šlechtitelské metodologie se uplatnil zejména systém analýzy dialelního křížení, který navrhl Griffing (1956).

Významným aspektem hodnocení kombinačních schopností genotypů je spolehlivost odhadů efektů kombinačních schopností u šlechtitelsky důležitých kvantitativních znaků. Fenotypová hodnota kvantitativního znaku je vždy odrazem daného konkrétního prostředí, které v určité míře tento projev modifikuje. Tato základní skutečnost se vztahuje i na odhady kombinačních schopností genotypů, provedené na základě hodnocení materiálu pouze v jednom prostředí (ročníku a místě) mohou být v té či oné míře zkresleny (Vožda, 1980, 1985).

Cílem práce bylo porovnání odhadů efektů kombinačních schopností genotypů kukuřice v rámci modelu dialelního křížení podle Griffinga [1956] na základě zkoušek v jednom prostředí a rozšířeného modelu (Vožda, 1980) pro odhady efektů na základě zkoušek téhož materiálu ve více prostředích (ročnících).

## MATERIÁL A METODY

Dialelní křížení 10 genotypů kukuřice (LD 29, LC 3, EP 1, LC 4, LE 6, CO 114, LC 49, LC 40, LC 140, LC 72) zahrnovalo celkem  $c = p(p-1)/2 = 45$  hybridních kombinací  $F_1$  generace. Jejich hodnocení se provádělo v letech 1980–1983 ( $k = 4$ ) v Mendeleu, vědeckém pracovišti VŠZ v Brně, v Lednici na Moravě, ve znárodněném blokovém pokuse ( $r = 4$ ) se 40 rostlinami na každém pokusném dílci ( $m = 40$ ) v každém bloku a pokusném ročníku. Pokusy byly zakládány ve sponu  $70 \times 20$  cm (71 428 rostlin na hektar) se dvěma řádky po 20 rostlinách na každém dílci.

Z výsledků je uvedeno hodnocení výnosu zrna na rostlinu (v gramech) korigovaného na obsah sušiny 14,5 %. Pro hodnocení se používalo 20 rostlin z každého dílce, sklizených z plného zápoje a s vyloučením okrajových rostlin.

Základní modelový vztah pro analýzu v jednom prostředí byl

$$y_{ijl} = u + c_{ij} + b_l + e_{ijl}$$

kde:  $y_{ijl}$  — průměrná hodnota znaku v kombinaci  $ij$ -tého genotypu v  $l$ -tém bloku

$u$  — všeobecný průměr populace

$c_{ij}$  — genetický efekt  $ij$ -té kombinace genotypů

$b_l$  — efekt  $l$ -tého bloku

$e_{ijl}$  — efekt náhodné chyby spojený s  $ijl$ -tým pozorováním

Modelový vztah pro analýzu ve více prostředích pak zahrnuje

$$y_{ijkl} = u + c_{ij} + a_k + b_{kl} + (ca)_{ijk} + e_{ijkl}$$

kde:  $y_{ijkl}$  — hodnota znaku v kombinaci  $i$ - a  $j$ -tého genotypu v  $l$ -tém bloku  $k$ -tého prostředí

$u$  — všeobecný průměr populace

$c_{ij}$  — genetický efekt  $ij$ -té kombinace genotypů

$a_k$  — efekt  $k$ -tého prostředí

$b_{kl}$  — efekt  $l$ -tého bloku v  $k$ -tém prostředí

$(ca)_{ijk}$  — efekt interakce  $ij$ -té kombinace s  $k$ -tým prostředím

$e_{ijkl}$  — efekt náhodné chyby spojený  $ijkl$ -tým pozorováním

Genetický efekt  $c_{ij}$  je pak rozkládán na efekty kombinačních schopností

$$c_{ij} = g_i + g_j + s_{ij}$$

pro hodnocení v jednom a více prostředích a analogicky je rozkládán efekt interakce při hodnocení materiálu ve více prostředích:

$$(ca)_{ijk} = (ag)_{ik} + (ag)_{jk} + (ag)_{ijk}$$

kde:  $g_i, g_j$  — efekty GCA  $i$ - a  $j$ -tého genotypu

$s_{ij}$  — efekt SCA  $ij$ -té kombinace křížení

$(ag)_{ik}, (ag)_{jk}$  — efekty interakcí GCA  $i$ -tého a  $j$ -tého genotypu s  $k$ -tým prostředím

$(as)_{ijk}$  — efekt interakce SCA  $ij$ -té kombinace křížení s  $k$ -tým prostředím

V modelových vztazích jsou účinky genotypů a ročníků považovány za pevné a účinky bloků, resp. bloků v prostředích a efekt náhodné chyby za náhodné.

I. Analýza rozptylu dialelního křížení genotypů podle pokusných ročníků a přes ročníky (1980—1983) u znaku výnos zrna na rostlinu — Analysis of variance of the diallel crossing of genotypes according to experimental years and over the years (1980—1983) for the trait grain yield per plant

| Zdroj                     | df  | 1980               | 1981                | 1982                | 1983               | 1980—1983              |
|---------------------------|-----|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
|                           |     | MS                 |                     |                     |                    |                        |
| Roky                      | 3   | —                  | —                   | —                   | —                  | 15 249,1 <sup>++</sup> |
| Bloky                     | 3   | 10,4               | 37,5 <sup>+</sup>   | 19,3                | 68,6               | —                      |
| Bloky v letech            | 12  | —                  | —                   | —                   | —                  | 34,0                   |
| Hybridní kombinace        | 44  | 93,8 <sup>++</sup> | 145,6 <sup>++</sup> | 224,6 <sup>++</sup> | 60,0 <sup>++</sup> | 35,7 <sup>++</sup>     |
| GCA                       | 9   | 78,7 <sup>++</sup> | 123,5 <sup>++</sup> | 134,5 <sup>++</sup> | 44,1 <sup>++</sup> | 1 200,1 <sup>++</sup>  |
| SCA                       | 35  | 9,2 <sup>++</sup>  | 13,9 <sup>++</sup>  | 36,0 <sup>++</sup>  | 7,5 <sup>++</sup>  | 113,4 <sup>++</sup>    |
| Roky × hybridní kombinace | 132 | —                  | —                   | —                   | —                  | 62,8 <sup>++</sup>     |
| Roky × GCA                | 27  | —                  | —                   | —                   | —                  | 107,8 <sup>++</sup>    |
| Roky × SCA                | 105 | —                  | —                   | —                   | —                  | 51,2 <sup>++</sup>     |
| Chyba                     | 132 | 17,2               | 33,1                | 11,8                | 8,7                | 17,7                   |

+  $P 0,05$  ++  $P 0,01$

## VÝSLEDKY

Výsledky analýzy rozptylu 45 hybridních kombinací dialelního křížení, hodnocených ve čtyřech pokusných ročnících, jsou uvedeny v tab. I, a to podle jednotlivých ročníků a přes ročníky.

Výnos zrna na rostlinu v průměru celého souboru hybridních kombinací dosahoval 137,6 g v roce 1980, 135,7 g v roce 1981, 156,7 g v roce 1982, 88,3 g v roce 1983 a celkový průměr přes ročníky pak 129,6 g, což při použitém sponu představuje výnos zrna od 6,30 do 11,19 t/ha s celkovým průměrem 9,26 t/ha.

Význam bloků jako zdroje proměnlivosti v jednotlivých pokusech je statisticky neprůkazný s výjimkou roku 1981. Podobně i význam bloků v pokusných ročnících v souhrnné analýze rozptylu není statisticky významný, což dokumentuje vysokou spolehlivost provedených pokusů. Ve všech pokusných ročnících i v souhrnné analýze přes ročníky byl prokázán vysoce významný podíl hybridních kombinací na celkové proměnlivosti znaku. Rozklad genetických efektů hybridních kombinací ( $c_{ij}$ ) na složky kombinačních schopností (GCA a SCA) je shodně statisticky průkazný, což dokumentuje, že rodičovské linie se liší svým přínosem ke genotypové hodnotě znaku i přínosem, vznikajícím jejich vzájemnou interakcí v hybridních potomstvech, a to jak v jednotlivých ročnících, tak i při analýze přes ročníky.

Souhrnná analýza výsledků přes ročníky pak prokázala statisticky průkazný vliv pokusných ročníků, interakce hybridních kombinací s pokusnými ročníky a také interakcí kombinačních schopností genotypů s pokusnými ročníky na celkové proměnlivosti hodnoceného znaku. Tím je dokumentována závislost fenotypové hodnoty znaku na konkrétních

II. Složky fenotypové hodnoty znaku výnos zrna na rostlinu v efektech kombinačních schopností ( $g_i$ ,  $g_j$ ,  $S_{ij}$ ), jejich interakci s ročníky ( $ag_{ik}$ ), ( $ag_{ijk}$ ) a přímým efektem ročníků ( $a_i$ ) — Components of the phenotypic value of the trait grain yield per plant in the effects of combining abilities ( $g_i$ ,  $g_j$ ,  $S_{ij}$ ), in their interaction with the years ( $ag_{ik}$ ), ( $ag_{ijk}$ ) and direct effect of the years ( $a_i$ )

| Kombinace      | Rok | $\hat{u}$ | $\hat{g}_i$ | $\hat{g}_j$ | $\hat{S}_{ij}$ | $(\hat{ag}_{ik})$ | $(\hat{ag}_{jk})$ | $(\hat{as}_{ijk})$ | $\hat{a}_i$ |
|----------------|-----|-----------|-------------|-------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| LD 29 × LC 3   | I   | 129,6     | (−14,4)     | (− 5,6)     | (− 0,3)        | ( 2,0)            | (− 6,8)           | ( 3,9)             | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,6)           | ( 3,4)            | ( 1,7)             | ( 6,1)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | (− 4,6)           | (− 3,2)            | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,3)            | ( 8,0)            | (− 2,4)            | (−41,3)     |
| LD 29 × EP 1   | I   | 129,6     | (−14,4)     | (− 7,4)     | (−15,0)        | ( 2,0)            | ( 5,2)            | (− 2,6)            | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,0)           | (− 5,4)           | (− 1,3)            | ( 6,1)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | ( 2,1)            | (− 3,5)            | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,3)            | (− 1,9)           | ( 3,5)             | (−41,3)     |
| LD 29 × LC 4   | I   | 129,6     | (−14,4)     | (− 6,8)     | ( 2,6)         | ( 2,0)            | ( 1,9)            | ( 3,5)             | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,6)           | (− 3,7)           | (− 2,3)            | ( 6,1)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | ( 1,2)            | (− 1,3)            | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,8)            | ( 0,6)            | ( 0,1)             | (−41,3)     |
| LD 29 × LE 6   | I   | 129,6     | (−14,4)     | ( 10,4)     | ( 6,2)         | ( 2,0)            | (− 6,4)           | (− 6,2)            | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,6)           | ( 1,3)            | ( 0,3)             | ( 6,1)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | ( 9,3)            | ( 12,2)            | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,3)            | (− 4,2)           | (− 6,2)            | (−41,3)     |
| LD 29 × CO 114 | I   | 129,6     | (−14,4)     | (− 7,4)     | (− 7,0)        | ( 2,0)            | ( 0,8)            | ( 1,3)             | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,6)           | (− 6,1)           | ( 4,6)             | ( 6,1)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | ( 1,2)            | ( 27,1)            | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,3)            | ( 4,1)            | (− 2,6)            | (−41,3)     |
| LD 29 × LC 49  | I   | 129,6     | (−14,4)     | ( 15,1)     | ( 1,0)         | ( 4,0)            | ( 5,1)            | ( 7,2)             | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,6)           | (− 4,3)           | (− 5,0)            | ( 6,0)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | ( 4,1)            | (− 4,4)            | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,3)            | (− 4,8)           | ( 2,2)             | (−41,3)     |
| LD 29 × LC 40  | I   | 129,6     | (−14,4)     | ( 1,9)      | ( 5,2)         | ( 2,0)            | ( 4,8)            | (− 7,6)            | ( 8,0)      |
|                | II  |           |             |             |                | (− 2,6)           | ( 1,1)            | ( 4,2)             | ( 6,1)      |
|                | III |           |             |             |                | (− 3,8)           | (−11,5)           | ( 6,0)             | ( 27,1)     |
|                | IV  |           |             |             |                | ( 4,3)            | (− 4,4)           | (− 2,5)            | (−41,3)     |

|                |     |       |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------|-----|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| LD 29 × LC 140 | I   | 129,6 | (−14,4) | ( 9,0)  | ( 8,1)  | ( 2,0)  | (− 2,8) | (− 3,7) | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | (− 2,6) | ( 2,8)  | (− 4,1) | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 3,8) | (− 0,8) | (− 1,1) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 4,3)  | ( 0,8)  | ( 8,9)  | (−41,3) |
| LD 29 × LC 72  | I   | 129,6 | (−14,4) | ( 5,2)  | (− 0,8) | ( 2,0)  | (− 3,8) | ( 4,1)  | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | (− 2,6) | ( 3,6)  | ( 2,1)  | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 3,8) | ( 2,8)  | (− 1,5) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 4,3)  | (− 2,6) | (− 4,7) | (−41,3) |
| LC 3 × EP 1    | I   | 129,6 | (− 5,6) | (− 7,4) | ( 1,5)  | (− 6,8) | ( 5,2)  | ( 6,4)  | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | ( 3,4)  | (− 5,4) | ( 2,2)  | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 4,6) | ( 2,1)  | (− 4,1) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 8,0)  | ( 0,6)  | ( 0,3)  | (−41,3) |
| LC 3 × LC 4    | I   | 129,6 | (− 5,6) | (− 6,8) | ( 2,0)  | (− 6,8) | ( 1,9)  | (−12,8) | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | ( 3,4)  | (− 3,7) | ( 8,8)  | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 4,6) | ( 1,2)  | ( 3,6)  | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 8,0)  | ( 0,6)  | ( 0,3)  | (−41,3) |
| LC 3 × LE 6    | I   | 129,6 | (− 5,6) | ( 10,4) | ( 0,3)  | (− 6,8) | (− 6,4) | ( 12,1) | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | ( 3,4)  | ( 1,3)  | ( 3,9)  | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 4,6) | ( 9,3)  | (− 5,7) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 8,0)  | (− 4,2) | (−10,3) | (−41,3) |
| LC 3 × CO 114  | I   | 129,6 | (− 5,6) | (− 7,4) | (− 2,2) | (− 6,8) | ( 0,8)  | ( 6,7)  | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | ( 3,4)  | (− 6,1) | ( 7,7)  | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 4,6) | ( 1,2)  | (− 8,1) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 8,0)  | ( 4,1)  | ( 6,3)  | (−41,3) |
| LC 3 × LC 49   | I   | 129,6 | (− 5,6) | ( 15,1) | (−14,0) | (− 6,8) | ( 5,1)  | ( 0,5)  | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | ( 3,4)  | (− 4,3) | ( 0,6)  | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 4,6) | ( 4,1)  | (− 4,4) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 8,0)  | (− 4,8) | ( 3,3)  | (−41,3) |
| LC 3 × LC 40   | I   | 129,6 | (− 5,6) | ( 1,9)  | ( 10,4) | (− 6,8) | ( 4,8)  | (− 9,9) | ( 8,0)  |
|                | II  |       |         |         |         | ( 3,4)  | ( 11,0) | (−15,2) | ( 6,1)  |
|                | III |       |         |         |         | (− 4,6) | (−11,5) | ( 16,2) | ( 27,1) |
|                | IV  |       |         |         |         | ( 8,0)  | (− 4,4) | ( 8,9)  | (−41,3) |



## 1. Pokračování tab. II

| Kombinace     | Rok | $\hat{u}$ | $\hat{g}_i$ | $\hat{g}_j$ | $\hat{s}_{ij}$ | $(\hat{a}g_{ik})$ | $(\hat{a}g_{jk})$ | $(\hat{a}s_{ijk})$ | $\hat{a}_i$ |
|---------------|-----|-----------|-------------|-------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| LC 3 × LC 140 | I   | 129,6     | (− 5,6)     | ( 9,0)      | (− 0,7)        | (− 6,8)           | (− 2,8)           | ( 4,3)             | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | ( 3,4)            | ( 2,8)            | (− 6,4)            | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | (− 4,6)           | (− 0,8)           | (− 4,5)            | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | ( 8,0)            | ( 0,8)            | ( 6,5)             | (−41,3)     |
| LC 3 × LC 72  | I   | 129,6     | (− 5,6)     | ( 5,2)      | ( 2,9)         | (− 6,8)           | (− 3,8)           | (−11,3)            | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | ( 3,4)            | ( 3,6)            | (− 3,3)            | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | (− 4,6)           | ( 2,8)            | ( 10,1)            | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | ( 8,0)            | (− 2,6)           | ( 4,5)             | (−41,3)     |
| EP 1 × LC 4   | I   | 129,6     | (− 7,4)     | (− 6,8)     | (−17,1)        | ( 5,2)            | ( 1,9)            | ( 6,3)             | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | (− 5,4)           | (− 3,7)           | (− 9,2)            | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | ( 2,1)            | ( 1,2)            | (− 9,8)            | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | (− 1,9)           | ( 0,6)            | ( 12,7)            | (−41,3)     |
| EP 1 × LF 6   | I   | 129,6     | (− 7,4)     | ( 10,4)     | (− 2,9)        | ( 5,2)            | (− 6,4)           | ( 9,6)             | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | (− 5,4)           | ( 1,3)            | ( 4,8)             | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | ( 2,1)            | ( 9,3)            | ( 0,3)             | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | (− 1,9)           | (− 4,2)           | (− 5,1)            | (−41,3)     |
| EP 1 × CO 114 | I   | 129,6     | (− 7,4)     | (− 7,4)     | ( 4,8)         | ( 5,2)            | ( 0,8)            | (− 7,1)            | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | (− 5,4)           | (− 6,1)           | (− 5,8)            | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | ( 2,1)            | ( 1,2)            | ( 10,4)            | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | (− 1,9)           | ( 4,1)            | ( 2,5)             | (−41,3)     |
| EP 1 × LC 49  | I   | 129,6     | (− 7,4)     | ( 15,1)     | ( 8,8)         | ( 5,2)            | ( 4,1)            | (− 5,8)            | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | (− 5,4)           | (− 4,3)           | ( 5,3)             | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | ( 2,1)            | ( 4,1)            | ( 0,1)             | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | (− 1,9)           | (− 4,8)           | ( 0,4)             | (−41,3)     |
| EP 1 × LC 40  | I   | 129,6     | (− 7,4)     | ( 1,9)      | ( 17,0)        | ( 5,2)            | ( 4,8)            | (− 3,6)            | ( 8,0)      |
|               | II  |           |             |             |                | (− 5,4)           | ( 11,0)           | ( 5,3)             | ( 6,1)      |
|               | III |           |             |             |                | ( 2,1)            | (−11,5)           | ( 5,2)             | ( 27,1)     |
|               | IV  |           |             |             |                | (− 1,9)           | (− 4,4)           | (− 6,9)            | (−41,3)     |

|               |                      |       |         |         |          |                                        |                                          |                                           |                                         |
|---------------|----------------------|-------|---------|---------|----------|----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| EP 1 × LC 140 | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 7,4) | ( 9,0)  | ( 3,1)   | ( 5,2)<br>(- 5,4)<br>( 2,1)<br>(- 1,9) | (- 2,8)<br>( 2,8)<br>(- 0,8)<br>( 0,8)   | (- 1,1)<br>( 5,7)<br>( 3,1)<br>(- 7,7)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| EP 1 × LC 72  | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 7,4) | ( 5,2)  | (- 0,2)  | ( 5,2)<br>(- 5,4)<br>( 2,1)<br>(- 1,9) | (- 3,8)<br>( 3,6)<br>( 2,8)<br>(- 2,6)   | (- 2,1)<br>( 2,5)<br>(- 1,7)<br>( 1,4)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| LC 4 × LE 6   | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 6,8) | ( 10,4) | ( 13,5)  | ( 1,9)<br>(- 3,7)<br>( 1,2)<br>( 0,6)  | (- 6,4)<br>( 1,3)<br>( 9,3)<br>(- 4,2)   | (- 6,5)<br>(- 4,2)<br>( 21,4)<br>(- 10,7) | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| LC 4 × CO 114 | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 6,8) | (- 7,4) | ( 9,4)   | ( 1,9)<br>(- 3,7)<br>( 1,2)<br>( 0,6)  | ( 0,8)<br>(- 6,1)<br>( 1,2)<br>( 4,1)    | ( 1,0)<br>(- 0,5)<br>( 3,1)<br>(- 4,2)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| LC 4 × LC 49  | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 6,8) | ( 15,1) | ( 7,2)   | ( 1,9)<br>(- 3,7)<br>( 1,2)<br>( 0,6)  | ( 5,1)<br>(- 4,3)<br>( 4,1)<br>(- 4,8)   | (- 2,4)<br>( 5,6)<br>( 1,5)<br>(- 4,7)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| LC 4 × LC 40  | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 6,8) | ( 1,9)  | (- 13,6) | ( 1,9)<br>(- 3,7)<br>( 1,2)<br>( 0,6)  | ( 4,8)<br>( 11,0)<br>(- 11,5)<br>(- 4,4) | ( 2,3)<br>( 5,0)<br>(- 15,9)<br>( 8,6)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| LC 4 × LC 140 | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 6,8) | ( 9,0)  | (- 8,5)  | ( 1,9)<br>(- 3,7)<br>( 1,2)<br>( 0,6)  | (- 2,8)<br>( 2,8)<br>(- 0,8)<br>( 0,8)   | ( 0,0)<br>(- 0,3)<br>( 3,3)<br>(- 3,0)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |
| LC 4 × LC 72  | I<br>II<br>III<br>IV | 129,6 | (- 6,8) | ( 5,2)  | ( 4,6)   | ( 1,9)<br>(- 3,7)<br>( 1,2)<br>( 0,6)  | (- 3,8)<br>( 3,6)<br>( 2,8)<br>(- 2,6)   | ( 8,0)<br>(- 3,0)<br>(- 6,0)<br>( 1,0)    | ( 8,0)<br>( 6,1)<br>( 27,1)<br>(- 41,3) |

## 2. Pokračování tab. II

| Kombinace              | Rok | $\hat{u}$ | $\hat{g}_i$ | $\hat{g}_j$ | $\hat{s}_{ij}$ | $(\hat{a}g_{ik})$ | $(\hat{a}g_{jk})$ | $(\hat{a}s_{ijk})$ | $\hat{a}_i$ |
|------------------------|-----|-----------|-------------|-------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| LE 6 $\times$ CO 114   | I   | 129,5     | ( 10,4)     | (— 7,4)     | (— 8,4)        | (— 6,4)           | ( 0,8)            | (— 8,5)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | ( 1,3)            | (— 6,1)           | (—10,0)            | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 9,3)            | ( 1,2)            | ( 5,5)             | ( 21,7)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | (— 4,2)           | ( 4,1)            | ( 13,0)            | (—41,3)     |
| LE 6 $\times$ LC 49    | I   | 129,6     | ( 10,4)     | ( 15,1)     | ( 4,6)         | (— 6,4)           | ( 5,1)            | (— 6,9)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | ( 1,3)            | (— 4,3)           | (—15,7)            | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 9,3)            | ( 4,1)            | ( 14,5)            | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | (— 4,2)           | (— 4,8)           | ( 8,1)             | (—41,3)     |
| LE 6 $\times$ LC 40    | I   | 129,6     | ( 10,4)     | ( 1,9)      | (— 9,2)        | (— 6,4)           | ( 4,8)            | ( 26,3)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | ( 1,3)            | ( 11,0)           | ( 30,2)            | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 9,3)            | (—11,5)           | (—56,8)            | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | (— 4,2)           | (— 4,4)           | ( 0,4)             | (—41,3)     |
| LE 6 $\times$ LC 140   | I   | 129,6     | ( 10,4)     | ( 9,0)      | (— 0,9)        | (— 6,4)           | (— 2,8)           | (— 9,3)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | ( 1,3)            | ( 2,8)            | ( 0,0)             | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 9,3)            | (— 0,8)           | (— 3,0)            | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | (— 4,2)           | ( 0,8)            | ( 12,6)            | (—41,3)     |
| LE 6 $\times$ LC 72    | I   | 129,6     | ( 10,4)     | ( 5,2)      | (— 4,1)        | (— 6,4)           | (— 3,8)           | (—10,5)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | ( 1,3)            | ( 3,6)            | ( 0,3)             | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 9,3)            | ( 2,8)            | ( 11,9)            | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | (— 4,2)           | (— 2,6)           | (— 1,7)            | (—41,3)     |
| CO 114 $\times$ LC 49  | I   | 129,6     | (— 7,4)     | ( 15,1)     | (— 6,8)        | ( 0,8)            | ( 5,1)            | ( 4,5)             | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | (— 6,1)           | (— 4,3)           | ( 13,6)            | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 1,2)            | ( 4,1)            | (—20,7)            | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | ( 4,1)            | (— 4,8)           | ( 2,5)             | (—41,3)     |
| CO 114 $\times$ LC 40  | I   | 129,6     | (— 7,4)     | ( 1,9)      | (— 0,3)        | ( 0,8)            | ( 4,8)            | (— 0,5)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | (— 6,1)           | ( 11,0)           | (—10,9)            | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 1,2)            | (—11,5)           | ( 14,3)            | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | ( 4,1)            | (— 4,4)           | (— 2,9)            | (—41,3)     |
| CO 114 $\times$ LC 140 | I   | 192,6     | (— 7,4)     | ( 9,0)      | ( 6,6)         | ( 0,8)            | (— 2,8)           | (— 2,8)            | ( 8,0)      |
|                        | II  |           |             |             |                | (— 6,1)           | ( 2,8)            | ( 3,5)             | ( 6,1)      |
|                        | III |           |             |             |                | ( 1,2)            | (— 0,8)           | ( 4,9)             | ( 27,1)     |
|                        | IV  |           |             |             |                | ( 4,1)            | ( 0,8)            | (— 5,6)            | (—41,3)     |

|                |     |       |          |        |          |           |           |           |           |
|----------------|-----|-------|----------|--------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| CO 114 × LC 72 | I   | 129,6 | ( - 7,4) | ( 5,2) | ( 4,0)   | ( 0,8)    | ( - 3,8)  | ( 4,9)    | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( - 6,1)  | ( 3,6)    | ( - 2,3)  | ( 6,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( 1,2)    | ( 2,8)    | ( - 6,2)  | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( 4,1)    | ( - 2,6)  | ( 3,6)    | ( - 41,3) |
| LC 49 × LC 40  | I   | 129,6 | ( 15,1)  | ( 1,9) | ( 3,9)   | ( 5,1)    | ( 4,8)    | ( - 8,0)  | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( - 4,3)  | ( 11,0)   | ( - 1,6)  | ( 6,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( 5,1)    | ( - 11,5) | ( 13,0)   | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( - 4,8)  | ( - 4,4)  | ( - 3,5)  | ( - 41,3) |
| LC 49 × LC 140 | I   | 129,6 | ( 15,1)  | ( 9,0) | ( - 0,3) | ( 5,1)    | ( - 2,8)  | ( 4,1)    | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( - 4,3)  | ( 2,8)    | ( - 1,8)  | ( 6,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( 4,1)    | ( - 0,8)  | ( 3,0)    | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( - 4,8)  | ( 0,8)    | ( - 5,3)  | ( - 41,3) |
| LC 49 × LC 72  | I   | 129,6 | ( 15,1)  | ( 5,2) | ( - 4,3) | ( 5,1)    | ( - 3,8)  | ( 6,9)    | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( - 4,3)  | ( 3,6)    | ( - 0,9)  | ( 6,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( 4,1)    | ( 2,8)    | ( - 3,0)  | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( - 4,8)  | ( - 2,6)  | ( - 3,0)  | ( - 41,3) |
| LC 40 × LC 140 | I   | 129,6 | ( 1,9)   | ( 9,0) | ( - 9,9) | ( 4,8)    | ( - 2,8)  | ( 4,9)    | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( 11,0)   | ( 2,8)    | ( - 9,2)  | ( 6,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( - 11,5) | ( - 0,8)  | ( 8,0)    | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( - 4,4)  | ( 0,8)    | ( - 3,7)  | ( - 41,3) |
| LC 40 × LC 72  | I   | 129,6 | ( 1,9)   | ( 5,2) | ( - 4,6) | ( 4,8)    | ( - 3,8)  | ( - 3,6)  | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( 11,0)   | ( 3,6)    | ( - 7,8)  | ( 6,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( - 11,5) | ( 2,8)    | ( 9,7)    | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( - 4,4)  | ( - 2,6)  | ( 1,6)    | ( - 41,3) |
| LC 140 × LC 72 | I   | 129,6 | ( 9,0)   | ( 5,2) | ( 2,5)   | ( - 2,8)  | ( - 3,8)  | ( 3,5)    | ( 8,0)    |
|                | II  |       |          |        |          | ( 2,8)    | ( 3,6)    | ( 12,5)   | ( 5,1)    |
|                | III |       |          |        |          | ( - 0,8)  | ( 2,8)    | ( - 13,4) | ( 27,1)   |
|                | IV  |       |          |        |          | ( 0,8)    | ( - 2,6)  | ( - 2,7)  | ( - 41,3) |

Směrodatné odchylky:

$$s(\hat{u}) = 0,63$$

$$s(\hat{g}_i) = 0,70$$

$$s(\hat{s}_{ij}) = 1,85$$

$$s(\hat{ag})_{ik} = 1,22$$

$$s(\hat{as})_{ijk} = 3,21$$

$$s(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = 1,04$$

$$s(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ik}) = 2,78$$

$$s(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ki}) = 2,57$$

III. Zařazení genotypů dialelního souboru podle hodnoty efektů GCA ( $g_i$ ) v ročnících a přes ročníky — Inclusion of the genotypes of the diallel set according to the value of GCA ( $g_i$ ) effects in the years and over the years

| Genotyp | 1980<br>pořadí | 1981<br>pořadí | 1982<br>pořadí | 1983<br>pořadí | 1980–1983<br>pořadí |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| LD 29   | –12,4 1        | –17,0 1        | –18,1 1        | –10,0 1        | –14,4 1             |
| LC 3    | –12,4 2        | – 2,2 5        | –10,2 2        | 2,4 6          | – 5,6 5             |
| EP 1    | – 2,2 5        | –12,8 3        | – 5,3 6        | – 9,2 2        | – 7,4 3             |
| LC 4    | – 8,4 4        | –10,5 4        | – 5,6 5        | – 6,2 3        | – 6,8 4             |
| LE 6    | 4,0 7          | 11,7 8         | 19,7 10        | 6,2 8          | 10,4 9              |
| CO 114  | – 6,5 3        | –13,4 2        | – 6,2 4        | – 3,3 4        | – 7,4 2             |
| LC 49   | 20,1 10        | 10,7 7         | 19,1 9         | 10,2 10        | 15,1 10             |
| LC 40   | 6,7 9          | 12,9 10        | – 9,5 3        | – 2,4 5        | 1,9 6               |
| LC 140  | 6,2 8          | 11,8 9         | 8,2 8          | 9,7 9          | 9,0 8               |
| LC 72   | 1,4 6          | 8,8 6          | 8,0 7          | 2,6 7          | 5,2 7               |

podmínkách pokusných ročníků, včetně přínosu rodičovských genotypů, vyjádřených účinky obecné (GCA) a specifické (SCA) kombinační schopnosti.

V tab. II jsou uvedeny souhrnné údaje v odhadech efektů kombinačních schopností, jejich interakcích s prostředím (pokusnými ročníky), jakož i přímé efekty ročníků spolu s průměrnou hodnotou populace dialelního křížení přes ročníky. Informace zahrnuté v tabulce představují složky fenotypové proměnlivosti znaku, vyjádřené efekty kombinačních schopností (GCA a SCA), jejich interakcemi s pokusnými ročníky a přímými efekty ročníků a lze je považovat za nejúplnější šlechtitelsky použitelnou informaci z dialelního křížení s vysokou spolehlivostí odhadů. Na jejím základě lze provádět posouzení přínosu jednotlivých genotypů k fenotypové hodnotě znaku v každé kombinaci křížení, přínosu, podmíněného jejich vzájemným spolupůsobením. a míru jejich závislosti na pokusných ročnících, včetně posouzení přímého vlivu pokusných ročníků na fenotypovou hodnotu znaku.

Za perspektivní genotypy lze považovat zejména linie LC 40, LC 72, LC 140, LE 6 a LC 49, které vykazují nejvyšší hodnoty efektů GCA (6. až 10. pořadí při hodnocení přes pokusné ročníky — tab. III) a jejich odpovídající kombinace křížení (LE 6 × LC 140, LC 49 × LC 40, LC 49 × LC 140, LC 49 × LC 72, LE 6 × LC 49).

Z hlediska spolehlivosti odhadů parametrů kombinačních schopností genotypů, na základě hodnocení materiálu v jednom a více prostředí (pokusných ročnících) je uvedeno porovnání odhadů efektů GCA pro jednotlivé genotypy v tab. III.

Odhady efektů GCA pro jednotlivé linie, použité v dialelním souboru, vykazují rozdílné hodnoty při analýzách podle ročníků, které se v menší či větší míře liší od odhadů, provedených na základě hodnocení materiálu přes pokusné ročníky. Pouze linie LD 29, která vykazuje nejnížší hodnotu efektů GCA si zachovává svá pořadí jak ve všech pokusných ročnících, tak i přes ročníky. U všech ostatních linií jejich pořadí podle hodnoty efektů GCA v ročnících výrazně kolísá. Je zřejmé, že od-

hady efektů GCA pro jednotlivé genotypy v jednotlivých pokusných ročnících nejsou dostatečně spolehlivé, což znamená, že závěry, které jsou na jejich základě přijímány mohou vést k značným chybám. Podobná situace se přirozeně projevuje i při porovnání efektů SCA. Odhady efektů SCA a GCA, které jsou základem pro výběr genotypů v souboru dialelního křížení, vyžadují dostatečnou míru spolehlivosti, která, jak ukazují výsledky, může být dosažena pouze v tom případě, pokud experimentální materiál je hodnocen v neúplných či úplných pokusných sériích.

## DISKUSE

Systémy dialelního křížení, které doznaly poměrně širokého uplatnění ve šlechtitelských metodologiích, umožňují dostatečně spolehlivé v pojmech efektů kombinačních schopností vyjadřovat přínos rodičovských genotypů k fenotypové hodnotě kvantitativního znaku.

Aplikace Griffingova modelu (Griffing, 1956) pro hodnocení kombinačních schopností genotypů kukuřice, zvláště pak na základě hodnocení materiálu v jednom prostředí bylo využíváno řadou autorů. V tomto směru Griffingův model není limitován omezeními, které vyplývají z teoretických předpokladů modelu, neboť zahrnují v genotypové hodnotě kvantitativního znaku aditivní a dominantní genové účinky, včetně účinků nealelické interakce typu epistáze (V o ť d a, 1980, 1984, 1985).

Odhady efektů kombinačních schopností genotypů jsou v rámci modelu prováděny na základě rozkladu fenotypové hodnoty kvantitativního znaku, a to znamená, že tato hodnota je v podstatě funkcí genotypové hodnoty realizované v daném prostředí, které však může fenotypovou hodnotu znaku v té či oné míře modifikovat, jak je dokumentováno výsledky zkoušek v pokusných ročnících. Přirozeně odhady efektů kombinačních schopností v daném znaku tuto skutečnost plně odrážejí.

Z toho vyplývá, že dostatečně spolehlivé odhady efektů kombinačních schopností vyžadují, aby hodnocení materiálu bylo prováděno ve více prostředích (místech), ročnících, sponech atd., tedy v neúplných nebo úplných pokusných sériích (R o d, 1973).

Z výsledků uvedených v práci je zřejmé, že odhady efektů GCA značně kolísají podle pokusných ročníků a jestliže se berou v úvahu pouze odhady na základě hodnocení materiálu v jednom prostředí, mohou být závěry v přínosu genotypů do hybridních kombinací značně zkresleny.

Posuzování přínosu genotypů do hybridních kombinací na základě efektů GCA a SCA je současně základem pro výběr nejlepších kombinací křížení. V tomto směru tedy informace ze zkoušek v jednom prostředí má značně nízkou spolehlivost.

Výsledky uvedené v tab. II pak dokumentují, že na základě zkoušek a odhadů efektů ve více prostředích lze získávat nejuplněnější a šlechtitelsky nejlépe použitelnou informaci, ve které jsou objektivizovány odhady efektů GCA a SCA a současně je vymezena informace o jejich interakcích s prostředím, včetně přímých efektů prostředí.

Vycházejí z obecného modelu kombinačních schopností je obecná kombinační schopnost determinována především aditivními účinky genů



a tedy výběr hybridních kombinací lze zaměřovat především na ty genotypy, které vykazují nejvyšší hodnoty efektů GCA s nejnižšími hodnotami interakcí s prostředím. Naproti tomu specifická kombinační schopnost genotypů je determinována dominantními genovými účinky a účinky nealelické interakce genů, což vyjadřují přínosy efektů SCA.

Z hodnocení souboru 45 kombinací dialelního křížení ve čtyřech pokusných ročnících je zřejmé, že kombinační schopnosti genotypů jsou jednoznačným a stabilním zdrojem proměnlivosti znaku jak v jednotlivých ročnících, tak i v hodnocení přes ročníky, avšak odhady efektů kombinačních schopností značně kolísají v závislosti na pokusném ročníku a proto zvýšení spolehlivosti jejich odhadů je možné jen při hodnocení materiálu ve více prostředích.

## Literatura

GRIFFING, B.: Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austral. J. biol. Sci.*, 9, 1956, s. 463-493.

HAYMAN, B. I.: The theory and analysis of diallel crosses. I. *Genetics*, 39, 1954, s. 789-809.

JINKS, J. L. — HAYMAN, B. I.: Analysis of diallel crosses maize genet. coop. News letter, 27, 1953, s. 48-54.

ROJAS, B. A. — SPRAGUE, G. F.: A comparison of variance components in corn yield trials. III. General and specific combining ability and their interaction with location and years. *Agron. J.*, 44, 1952, s. 462-466.

ROD, J.: Odhady genetických parametrů na základě pokusných serií. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 9, 1973, č. 4, s. I-XX (Příloha).

SPRAGUE, G. F. — TATUM, L. A.: General and specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, 34, 1942, s. 923-932.

VOŽDA, J.: Biometricko-genetická analýza kvantitativních znaků kukuřice. [Závěrečná zpráva.] VŠZ Brno, Mendeum Lednice, 1975.

VOŽDA, J.: Genetická interpretace kombinačních schopností kvantitativních znaků genotypů v systémech dialelního křížení. [Závěrečná zpráva.] VŠZ Brno, Mendeum Lednice, 1975.

VOŽDA, J.: Genetické mechanismy a predikce výnosových složek mezipolních hybridů kukuřice. [Závěrečná zpráva.] VŠZ Brno, Mendeum Lednice, 1980.

VOŽDA, J.: Dialelní systémy křížení a jejich analýzy. In: Sbor. Ref. VI. letní školy biometrie. Nitra, 1984, s. 157-179.

VOŽDA, J.: Modely a metody dialelní analýzy kvantitativních znaků rostlin. [Závěrečná zpráva.] VŠZ Brno, Mendeum Lednice, 1985.

Došlo dne 21. 10. 1987

ВОЖДА, Я. — КУБЕЦОВА, Б. (Менделеев, Леднице-на-Мораве): Оценка комбинационных способностей генотипов кукурузы в системе диаллельного скрещивания в макросреде. *Genet. a Šlecht.*, 25, 1989 (1) : 33-46.

В наборе 10 родительских генотипов кукурузы оценивалось 45 гибридных комбинаций прямого диаллельного скрещивания в 4 опытных годах с использованием моделей анализа Гриффинга (1956) и Вожды (1980). Анализ результатов по признаку вес зерна на растении проводился по отдельным опытным годам и в совокупности опытных лет. Анализ дисперсии диаллельного скрещивания показал, что в данном наборе генотипов общая изменчивость оцениваемого признака обусловлена их различным взносом, выраженным общей (ОК) и специфической (СК) комбинационной способностью в каждом из опытных годов. Совместный анализ дисперсии в совокупности лет затем показал существенную зависимость фенотипического проявления признака как от комбинационных способностей генотипов, так и от взаимодействия

с опытной средой. Оценки эффектов комбинационных способностей (ОКС и СКС) проявляли в отдельные опытные годы значительную изменчивость, которая отражала конкретные условия года, что указывает на то, что оценки проведенные лишь на основании результатов одной среды (года) имеют недостаточную надежность и могут вести к неправильным заключениям. Оценка материала в нескольких средах (годах) и полученные на этой основе оценки эффектов комбинационных способностей повышают надежность информации. Далее в работе приводятся оценки генотипов и гибридных комбинаций с помощью эффектов комбинационных способностей, их взаимодействия со средой, которые совместно с эффектами среды и средней популяционной, дают наиболее ценную селекционную информацию в рамках бипарентального скрещивания генотипов с использованием модели диаллельного скрещивания.

кукуруза; диаллельное скрещивание; урожайность зерна; ОКС, СКС и их эффекты; взаимодействие со средой

VOŽDA, J. — KUBECOVÁ, B. (Mendeleum, Lednice na Moravě): *Evaluation of the Combining Ability of Maize Genotypes by the System of Diallel Crossing in Macro-Environment*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 33-46.

In a set of 45 parent genotypes of maize, 45 combinations of direct diallel crosses were evaluated in four experimental years, using an analysis model after Griffing (1956) and Vožda (1980). The results concerning the trait grain yield per plant were analyzed for different years and over the experimental years. It was shown by analysis of variance of diallel crossing that in the studied set of genotypes, the total variability of the given trait is conditioned by its different contribution, expressed by general and specific combining abilities in each of the experimental years. The over-all analysis of variance over the years demonstrated a significant dependence of the phenotypic value of the trait on the combining abilities of the genotypes as well as on their interaction with the experimental years. The estimates of the effects of combining abilities (GCA, SCA) are considerably variable in the experimental years, depending on the actual conditions. This testifies to the fact that the estimates performed just in one environment have very low reliability and can lead to very inaccurate conclusions. Evaluation of the material in several environments, and estimation of the effects of combining abilities on the basis of this evaluation, increases the reliability of the estimates. The paper also contains an evaluation of the genotypes and hybrid combinations using the combining ability effects, and their interactions with the environment; these, together with the environmental effects and the mid-parent value for the population, provide the most exhaustive breeding information within the biparently crossing of genotypes with the use of a diallel crossing model.

*Zea mays* L.; diallel crossing; grain yield per plant; GCA and SCA; interaction with environment

VOŽDA, J. — KUBECOVÁ, B. (Mendeleum, Lednice na Moravě): *Bewertung der Kombinationseignung von Maisgenotypen anhand des Systems der Diallelkreuzung im Makromilieu*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 33-46.

In einer Kollektion von 10 Elterngenotypen des Maises wurden 45 Kombinationen direkter Diallelkreuzung in vier Versuchsjahrgängen unter Anwendung des Analysemodells laut Griffing (1956) und Vožda (1980) bewertet. Die Analyse der Ergebnisse wurde den Jahrgängen nach und über die Versuchsjahrgänge beim Merkmal Kornertrag pro Pflanze vorgenommen. Die Varianzanalyse der Diallelkreuzung erwies, daß in der gegebenen Kollektion der Genotypen die Gesamtvariabilität des bewerteten Merkmals durch deren unterschiedlichen, anhand der allgemeinen und spezifischen Kombinationseignung in jedem der Versuchsjahre ausgedrückten Beitrag bedingt ist. Eine resümierende, über die Jahrgänge vorgenommene Varianzanalyse brachte dann eine signifikante Abhängigkeit des phänotypischen Werts des Merkmals sowohl von der Kombinationseignung der Genotypen als auch deren Interaktion mit den Versuchsjahrgängen an den Tag. Schätzungen der Effekte der Kombinationseignung (GCA und SCA) weisen in den Versuchsjahrgängen eine beträchtliche Variabilität auf, die ein Abbild konkreter Bedin-

gungen ist, was ein Beweis dafür ist, daß lediglich in einem Milieu durchgeführte Schätzungen eine sehr niedrige Verlässlichkeit besitzen und zu ziemlich ungenauen Schlußfolgerungen führen können. Eine Bewertung des Materials in mehreren Milieus und die auf einer solchen Grundlage gewonnenen Schätzungen der Kombinationseignungseffekte, erhöhen ihre Verlässlichkeit. Es werden Bewertungen der Genotypen und der Hybridkombinationen mit Hilfe der Kombinationseignungseffekte sowie deren Interaktionen mit der Umwelt, die zusammen mit den Umwelteffekten und dem Mittelwert der Population die vollkommenste züchterische Information im Rahmen der biparentalen Genotypenkreuzung unter Ausnützung des Modells der Diallelkreuzung bieten, angeführt.

*Zea mays* L.; Diallelkreuzung; Kornertrag pro Pflanze; GCA und SCA; GCA- und SCA-Effekte; Umweltinteraktion

---

*Adresa autorů:*

Prof. dr. Jan Vožda, DrSc., ing. Bohumila Kubecová, CSc., Mendeleum, vědecké pracoviště VŠZ v Brně, 691 44 Lednice na Moravě

---

# HOSPODÁŘSKÉ VLASTNOSTI DVOUKLÁSKOVÝCH MUTANTŮ A HYBRIDŮ PŠENICE OZIMÉ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

J. Foltýn

FOLTÝN, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Hospodářské vlastnosti dvoukláskových mutantů a hybridů pšenice ozimé (Triticum aestivum L.)*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 47-56.

Hodnoceno bylo sedm mutantů typu „duospiculum“, jeden typu „tetrastichon“, dva hybridy typu „normál X duo“ a osm hybridů „duo X duo“. Většinou jsou to polorané mutanty pšenice ozimé s velmi dobrým přezimováním. Odolnost k padlí travnímu (*E. graminis*) je průměrná, ke rzi plevové (*P. striiformis*) většinou velmi dobrá, ke rzi pšeničné (*P. recondita*) jsou náchylné a ke rzi travní (*P. graminis*) odolné nebo náchylné. Výška rostlin je 85–100 cm, výjimečně 115 cm. Klas mají bílý, bezosinný nebo osinatý a zrna červená. Parametry hlavního klasu: počet článků klasového větene 21 a méně, maximální počet klásků v klasu v průměru 30; hmotnost 1000 zrn 30–53 g, v průměru přes 40 g; menší vyrovnanost ve velikosti zrn; počet zrn na článek klasového větene max. 3–5 (u typu „tetrastichon“ 6). Propočtené optimum produktivní hustoty (z listové plochy na stéble a zonálně optimálního LAI) 200–500, většinou kolem 400 klasů na m<sup>2</sup>. Propočtený výnos zrna v rozmezí 500–1200,

většinou kolem 900 g/m<sup>2</sup>. Čistá produkce zrna  $NPR \left( = \frac{Y}{LA} \right)$  20–40, převážně kolem 30 mg/cm<sup>2</sup> plochy čepelí horních dvou listů. Uvedené materiály jsou kulturního typu a vhodné pro hybridizaci s komerčními odrůdami pšenice jako donory vlastností „dvouklásek“.

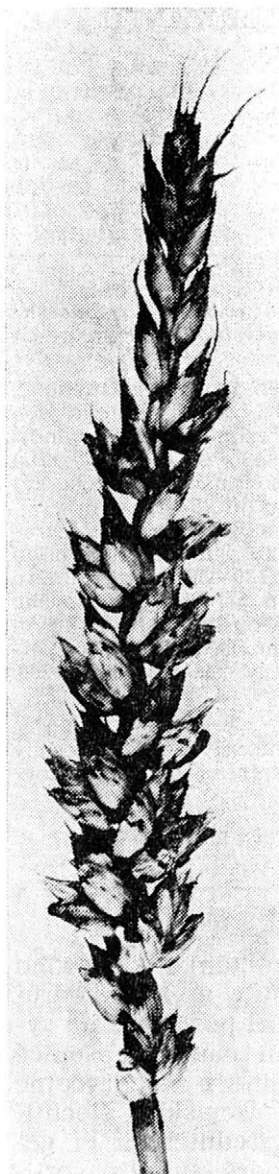
pšenice ozimá; mutanty s dvouklásky; hospodářské vlastnosti

Mutanty pšenice s dvojitými klásky na jednom článku klasového větene byly získány cílevědomým umělým výběrem v určitých odrůdách ('Mironovská 808', 'Forlani') a jejich hybridech při pěstování na vysokém agrofónu. Po víceleté práci s dvoukláskovými mutanty pšenice ozimé různého původu byla v uplynulých letech většina z nich (včetně vzájemných hybridů) na požádání předána k využití tuzemským šlechtitelským stanicím přímo, nebo z naší iniciativy prostřednictvím F<sub>1</sub> generace kříženců jednoho zdroje dvoukláskovosti s odrůdami čs. sortimentu pšenic ozimých. V posledním roce jsou uspokojeny též žádosti o osivo zájemců zahraničních.

Z řad šlechtitelů byl vysloven požadavek bližšího popisu hospodářských vlastností našich dvoukláskových „polotovárů“, který je, po předchozím srovnání dvoukláskových mutantů s výchozími odrůdami a liniemi (Foltýn, 1986a; 1987), uveden v této práci.

## MATERIÁL A METODY

V práci jsou popsány vybrané, dříve popsané dvoukláskové mutanty pšenice ozimé; sedm typu „duospiculum“, jeden typu „tetrastichon“ (Foltýn, 1984a, b, c; 1986b), dva hybridy typu „normál X duo“ a osm hybridů „duo X duo“ rovněž zčásti



1. Nový mutant pšenice ozimé typu duospiculum FAFMA<sub>M<sub>3</sub></sub> Duo (MM - 1) — New winter wheat mutant of duospiculum type FAFMA<sub>M<sub>3</sub></sub> Duo (MM - 1)

již popsaných v práci o dědičnosti znaku dvoukláskovosti (Foltýn, Toman, 1987). Mutanty i hybridy jsou označeny z počátečních písmen názvů výchozích materiálů; A = 'Aurora', Al = 'Almus', BG = 'BG 4347-25', F = 'Forlani', Fe = 'Feldkrone', K = 'Kavkaz', M = 'Mironovská 808', Mn = 'Mironovská nízkorostlá', Wh = 'Weihenstephan 739', H = hybrid KF (normál) × M 808 (duo).

Prezimování, odolnost padlí travnímu, rzi plevové a travní, jakož i délka vegetace a výška rostlin byly hodnoceny z tříletého průměru v polních podmínkách Prahy-Ruzyně (1984, 1985, 1986) po umělé infekci rzi plevovou a travní; do výsledků byly promítnuty i dvouleté skleníkové testy na odolnost mladých rostlin rzi pšeničné a travní. Navíc byly materiály po tři roky vysévány zjara, se sledováním doby metání, ke zjištění poměrné ozimosti.

Prvky produktivity klasu byly stanoveny (a dopočítány) vždy z 10 vybraných mohutných klasů mutantu (hybridu), sklizených z dílců (MM = „malé množení“ a 8 m<sup>2</sup>) v Praze-Ruzyni v roce 1986.

Produktivita porostů z pokusného roku 1987 byla hodnocena jednak na základě stanovení ukazatele čisté produkce zrna (NPR, [mg/cm] = zrno v klasu [g] : plocha čepelí horních dvou listů na produktivním stéble [cm<sup>2</sup>]) a pak odhadem hektarového výnosu novou metodou (Foltýn, 1987). Jádro odhadové metody je ve výpočtu optimálního počtu produktivních stébel na m<sup>2</sup> z prvků výše uvedených, s přihlédnutím k oblastně optimální pokryvnosti listů (v daném případě 3 m<sup>2</sup>), měřeno z čepelí horních dvou listů produktivních stébel.

## VÝSLEDKY

Hodnocení odolnosti dvoukláskových materiálů vůči zimě a vybraným chorobám, jakož i údaje o ranosti a výšce rostlin obsahuje tab. I [Údaje o generacích „M“ a „F“ se vztahují k roku 1987.]

Prezimování většiny materiálů je velmi dobré, u dalších v rámci průměru. K relativně raně metajícím v jarním výsevu patřila čísla MM: 10, 12, 15 a 18.

Odolnost vůči padlí travnímu je dobrá jen výjimečně (č. 1 a 7), v ostatních případech je průměrná, a ve dvou (č. 16 a 17) nízká. Odolnost vůči rzi plevové je povětšinou velmi dobrá nebo alespoň průměrná; k náchylným patří č. 4, 5, 8 a 9. K rzi pšeničné jsou prakticky všechny materiály náchylné, jen u č. 7 lze hovořit o průměru. Odolnost vůči rzi travní je velmi dobrá nebo průměrná; k náchylným ale patří č. 2, 3, 5, 11 a 14.

V rámci mladých hybridů bylo běžně zjišťováno štěpení v odolnosti vůči chorobám, takže konkrétně zkoušené rostliny se mohou výše uvedenému hodnocení vymykát.

V délce vegetace převládá polaranost s nevelkými „plus“ (č. 7, 9,

I. Hodnocení vlastností dvoukláskových mutantů a hybridů pšenice ozimé: číslo a způsob získání, označení (původ) a generace, botanická varieta, přezimování, odolnost padlí travnímu, odolnost rzi plevové, pšeničné a travní, rozdíl (ve dnech) v době metání vůči polorané odrůdě 'Mironovská 808' a průměrná výška rostlin (v cm). Hodnocení odolnosti devitistupňovým systémem RVHP pro rod *Triticum* (9 = max.) — Evaluation of the characteristics of duospiculum mutants and hybrids of winter wheat: number and method of acquisition, denotation (origin) and generation, botanical variety, wintering, resistance to powdery mildew, resistance to yellow rust, leaf rust and stem rust, difference (in days) from the 'Mironovskaya 808' variety as for the time of earing, and the average plant height (in cm). Resistance evaluated by the nine-grade CMEA system for the *Triticum* genus (9 = max.)

| MM<br>číslo   | Označení<br>(původ)          | Varieta | Přezimování | Padlí travní<br><i>E. graminis</i> | Rzi — <i>Puccinia</i>         |                              |                           | Metání<br>ke kontrole<br>(M 808)<br>[dny] | Výška<br>rostlin<br>[cm] |
|---------------|------------------------------|---------|-------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
|               |                              |         |             |                                    | plevová<br><i>striiformis</i> | pšeničná<br><i>recondita</i> | travní<br><i>graminis</i> |                                           |                          |
| 1. Duo        | FAFMA M <sub>3</sub>         | L       | 7           | 8                                  | 8                             | 4                            | 8                         | ∅                                         | 85                       |
| 2. Duo        | M 808 M <sub>13</sub>        | SE = L  | 8           | 5                                  | 6                             | 4                            | 5                         | -1                                        | 85                       |
| 3. Duo        | M 808 M <sub>13</sub>        | E       | 8           | 6                                  | 6                             | 5                            | 5                         | ∅                                         | 100                      |
| 4. Duo        | KF M <sub>9</sub>            | L       | 7           | 6                                  | 5                             | 5                            | 6                         | -1                                        | 95                       |
| 5. Duo        | KF M <sub>9</sub>            | E = G   | 6           | 5                                  | 4                             | 5                            | 4                         | ∅                                         | 95                       |
| 6. Duo        | KFAI M <sub>7</sub>          | L       | 6           | 6                                  | 6                             | 4                            | 8                         | ∅                                         | 85                       |
| 7. Tetra      | Wh 739 FM M <sub>6</sub>     | L       | 7           | 7                                  | 8                             | 6                            | 8                         | +3                                        | 115                      |
| 8. N × Duo    | KFM 808 F <sub>9</sub> (= H) | L       | 6           | 6                                  | 5                             | 5                            | 7                         | +1                                        | 105                      |
| 9. N × Duo    | KFM 808 F <sub>9</sub> (= H) | E       | 7           | 5                                  | 5                             | 4                            | 6                         | +2                                        | 110                      |
| 10. Duo × Duo | Mn × H F <sub>4</sub>        | L       | 5           | 6                                  | 6                             | 4                            | 6                         | -1                                        | 95                       |
| 11. Duo × Duo | Mn × H F <sub>4</sub>        | E       | 6           | 5                                  | 6                             | 5                            | 5                         | -1                                        | 95                       |
| 12. Duo × Duo | KFAI × H F <sub>4</sub>      | L       | 5           | 6                                  | 6                             | 5                            | 7                         | -3                                        | 90                       |
| 13. Duo × Duo | KFAI × H F <sub>4</sub>      | E       | 6           | 5                                  | 6                             | 5                            | 7                         | ∅                                         | 90                       |
| 14. Duo × Duo | FMABG × H F <sub>4</sub>     | L       | 6           | 6                                  | 7                             | 4                            | 5                         | -1                                        | 85                       |
| 15. Duo × Duo | FMABG × H F <sub>4</sub>     | E       | 5           | 5                                  | 7                             | 4                            | 7                         | -2                                        | 90                       |
| 16. Duo × Duo | FMFe × H F <sub>4</sub>      | L       | 6           | 3                                  | 7                             | 4                            | 6                         | +2                                        | 95                       |
| 17. Duo × Duo | FMFe × H F <sub>4</sub>      | E       | 6           | 3                                  | 7                             | 4                            | 6                         | +2                                        | 105                      |
| 18. Duo       | Mn M <sub>4</sub>            | L       | 5           | 6                                  | 8                             | 5                            | 8                         | +1                                        | 80                       |



II. Analýza produktivity hlavních klasů dvoukláskových mutantů a hybridů pšenice ozimé: číslo (původ viz tab. I), počet klásků v klasu, počet zrn v klasu, počet zrn v klásku, hmotnost zrna v klasu (g) a hmotnost 1000 zrn (g) (vždy 1., 2. klásek a celkem) — Analysis of the productivity of the main spikes of duospiculum mutants and hybrids of winter wheat: number (for origin see Tab. I), number of spikelets per spike, number of grains per spike, number of grains per spikelet, grain weight per spike (g) and 1000-grain weight (g) (always the first and second spikelets, and on the whole)

| MM<br>číslo | Počet          |      |        |             |      |        |              |      |        | Hmotnost zrna [g] |       |        |          |       |        |
|-------------|----------------|------|--------|-------------|------|--------|--------------|------|--------|-------------------|-------|--------|----------|-------|--------|
|             | klásků v klasu |      |        | zrn v klasu |      |        | zrn v klásku |      |        | v klasu           |       |        | 1000 zrn |       |        |
|             | 1.             | 2.   | celkem | 1.          | 2.   | celkem | 1.           | 2.   | celkem | 1.                | 2.    | celkem | 1.       | 2.    | celkem |
| 1.          | 18,7           | 8,5  | 27,2   | 54,9        | 13,6 | 68,5   | 2,94         | 1,60 | 4,54   | 2,195             | 0,478 | 2,673  | 39,98    | 35,15 | 39,02  |
| 2.          | 17,4           | 14,0 | 31,4   | 36,7        | 9,6  | 46,3   | 2,11         | 0,69 | 2,80   | 1,187             | 0,213 | 1,400  | 32,34    | 22,19 | 30,24  |
| 3.          | 19,2           | 12,9 | 32,1   | 42,1        | 22,5 | 64,6   | 2,19         | 1,74 | 3,93   | 1,652             | 1,046 | 2,698  | 39,24    | 46,49 | 41,76  |
| 4.          | 17,4           | 10,0 | 27,4   | 50,0        | 13,7 | 63,7   | 2,87         | 1,37 | 4,24   | 2,676             | 0,602 | 3,278  | 53,52    | 43,94 | 51,46  |
| 5.          | 16,9           | 11,5 | 28,4   | 49,0        | 13,0 | 62,0   | 2,90         | 1,13 | 4,03   | 2,677             | 0,589 | 3,266  | 54,63    | 45,31 | 52,68  |
| 6.          | 21,4           | 8,7  | 30,1   | 77,0        | 12,4 | 89,4   | 3,60         | 1,42 | 5,02   | 3,290             | 0,449 | 3,739  | 42,73    | 36,21 | 41,82  |
| 7.          | 20,0           | 9,9  | 33,9   | 47,8        | 22,0 | 76,1   | 2,39         | 2,22 | 6,18   | 1,989             | 0,897 | 3,159  | 41,61    | 40,77 | 41,51  |
|             |                | 4,0  |        |             | 6,3  |        |              | 1,57 |        |                   | 0,273 |        |          | 43,33 |        |
| 8.          | 17,6           | 11,6 | 29,2   | 46,6        | 16,0 | 62,6   | 2,65         | 1,38 | 4,03   | 1,959             | 0,497 | 2,456  | 42,04    | 31,06 | 39,23  |
| 9.          | 20,0           | 10,9 | 30,9   | 50,0        | 14,5 | 64,5   | 2,50         | 1,33 | 3,83   | 2,410             | 0,560 | 2,970  | 48,20    | 38,62 | 46,05  |
| 10.         | 19,2           | 14,0 | 33,2   | 42,4        | 17,4 | 59,8   | 2,21         | 1,24 | 3,45   | 2,074             | 0,675 | 2,749  | 48,91    | 38,79 | 45,97  |
| 11.         | 19,4           | 13,3 | 32,7   | 52,4        | 22,2 | 74,6   | 2,70         | 1,67 | 4,37   | 2,420             | 0,855 | 3,275  | 46,18    | 38,51 | 43,90  |
| 12.         | 17,6           | 12,4 | 30,0   | 48,2        | 12,3 | 60,5   | 2,74         | 0,99 | 3,73   | 2,181             | 0,472 | 2,653  | 45,25    | 38,37 | 43,85  |
| 13.         | 19,0           | 14,7 | 33,7   | 42,2        | 19,1 | 61,3   | 2,22         | 1,30 | 3,52   | 1,822             | 0,673 | 2,495  | 43,17    | 35,23 | 40,70  |
| 14.         | 19,9           | 14,8 | 34,7   | 51,9        | 21,2 | 73,1   | 2,61         | 1,43 | 4,04   | 2,108             | 0,699 | 2,807  | 40,63    | 32,97 | 38,40  |
| 15.         | 18,7           | 13,0 | 31,7   | 54,4        | 19,4 | 73,8   | 2,91         | 1,49 | 4,40   | 2,349             | 0,687 | 3,036  | 43,18    | 35,41 | 41,14  |
| 16.         | 20,0           | 14,4 | 34,4   | 56,1        | 21,1 | 77,2   | 2,80         | 1,46 | 4,26   | 2,112             | 0,644 | 2,756  | 37,65    | 30,52 | 35,70  |
| 17.         | 19,6           | 13,2 | 32,8   | 54,7        | 18,7 | 73,4   | 2,79         | 1,42 | 4,21   | 2,579             | 0,739 | 3,318  | 47,15    | 39,52 | 45,20  |
| 18.         | 18,4           | 7,3  | 25,7   | 45,5        | 5,8  | 51,3   | 2,47         | 0,79 | 3,26   | 2,138             | 0,208 | 2,346  | 46,99    | 35,86 | 45,73  |

III. Odhad produktivity porostů dvoukláskových mutantů a hybridů pšenice ozimé: číslo (původ viz tab. I), plocha čepelí horních dvou listů na produktivním stéble — LA [cm<sup>2</sup>], počet klásů na m<sup>2</sup> (hyp.), počet klásků v klasu celkem, počet zrn v klasu, počet zrn na klásek, hmotnost zrna v klasu — Y [g], hmotnost 1000 zrn [g], výnos zrna z 1 m<sup>2</sup> [g, hyp.] a čistá produkce zrna — NPR =  $\frac{Y}{LA}$  [mg · cm<sup>-2</sup>] —

Estimate of the stand productivity of duospiculum mutants and hybrids of winter wheat: number (for origin see Tab. I), area of the blades of the upper two leaves on fertile stem — LA [cm<sup>2</sup>], number of spikes per m<sup>2</sup> (hyp.), number of spikelets per spike (total), number of grains per spike, number of grains per spikelet, grain weight per spike — Y [g], 1000-grain weight [g], grain yield per 1 m<sup>2</sup> [g, hyp.], and net production rate — NPR =  $\frac{Y}{LA}$  [mg per cm]

| MM<br>číslo | LA<br>cm <sup>2</sup> | Počet                                |                             |                |                     | Hmotnost                      |                    |                                            | NPR<br>$\frac{Y}{LA}$<br>[mg · cm <sup>-2</sup> ] |
|-------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|             |                       | klasů<br>na m <sup>2</sup><br>(hyp.) | klásků<br>v klasu<br>celkem | zrn<br>v klasu | zrn<br>na<br>klásek | zrna<br>v klasu<br>[g]<br>(Y) | 1000<br>zrn<br>[g] | zrna<br>na m <sup>2</sup><br>[g]<br>(hyp.) |                                                   |
| 1.          | 139                   | 216                                  | 26,5                        | 62,2           | 2,35                | 2,29                          | 36,8               | 494,6                                      | 16,5                                              |
| 2.          | 59                    | 505                                  | 20,7                        | 44,9           | 2,17                | 1,34                          | 29,8               | 676,7                                      | 22,7                                              |
| 3.          | 70                    | 429                                  | 25,5                        | 61,3           | 2,40                | 2,13                          | 34,7               | 913,8                                      | 30,4                                              |
| 4.          | 98                    | 308                                  | 25,7                        | 82,2           | 3,20                | 3,10                          | 37,7               | 954,8                                      | 31,6                                              |
| 5.          | 88                    | 340                                  | 26,1                        | 70,3           | 2,69                | 2,71                          | 38,5               | 921,4                                      | 30,8                                              |
| 6.          | 96                    | 314                                  | 27,5                        | 77,6           | 2,82                | 2,45                          | 31,6               | 769,3                                      | 25,5                                              |
| 7.          | 88                    | 342                                  | 25,3                        | 69,8           | 2,76                | 2,85                          | 40,8               | 974,7                                      | 32,4                                              |
| 8.          | 80                    | 374                                  | 27,4                        | 64,7           | 2,36                | 2,89                          | 44,7               | 1080,9                                     | 36,1                                              |
| 9.          | 89                    | 339                                  | 27,6                        | 66,0           | 2,39                | 2,62                          | 39,7               | 888,2                                      | 29,4                                              |
| 10.         | 73                    | 410                                  | 28,1                        | 58,1           | 2,07                | 2,66                          | 45,8               | 1090,6                                     | 36,4                                              |
| 11.         | 76                    | 397                                  | 27,4                        | 59,7           | 2,18                | 2,43                          | 40,7               | 964,7                                      | 32,0                                              |
| 12.         | 71                    | 425                                  | 24,7                        | 54,7           | 2,21                | 2,23                          | 40,8               | 947,7                                      | 31,4                                              |
| 13.         | 78                    | 387                                  | 28,2                        | 69,4           | 2,46                | 2,67                          | 38,5               | 1033,3                                     | 34,2                                              |
| 14.         | 77                    | 392                                  | 28,5                        | 66,0           | 2,31                | 2,25                          | 34,1               | 882,0                                      | 29,2                                              |
| 15.         | 70                    | 429                                  | 27,1                        | 59,6           | 2,20                | 2,25                          | 37,7               | 965,2                                      | 32,1                                              |
| 16.         | 86                    | 347                                  | 28,3                        | 61,3           | 2,17                | 2,06                          | 33,6               | 714,8                                      | 23,9                                              |
| 17.         | 81                    | 369                                  | 28,2                        | 67,0           | 2,37                | 2,75                          | 41,0               | 1014,7                                     | 33,9                                              |
| 18.         | 57                    | 523                                  | 20,2                        | 49,9           | 2,47                | 2,24                          | 44,9               | 1171,5                                     | 39,3                                              |

16 a 17), případně „minus“ (č. 12 a 15) odchylkami vůči standardní odrůdě 'Mironovská'.

Výška většiny materiálů se pohybuje od 85 do 100 cm, s výjimkou několika vyšších — do 115 cm (č. 7, 8, 9 a 17).

Ve varietách jsou zastoupeny *lutescens* i *erythrospermum* [v jednom případě patrně *graecum*]. U čistých mutantů již k varietálnímu štěpení nedochází. Hybridy, vybírané každoročně zvlášť na formu „L“ i „E“, v obou směrech ještě štěpí.

V roce 1986 byly v č. 10, 12, 14 a 16 (var. *lutescens*) vybrány vyštěpené klasy var. *erythrospermum* a v č. 11, 13, 15 a 17 (var. *erythrospermum*) vybrány vyštěpené klasy var. *lutescens*; v roce 1986/1987 bylo

osivo vyseto ve školce. Z osiva vyštěpených klasů var. *erythrospermum* se sklízely rostliny osinaté, z var. *lutescens* pak rostliny bezosinné i osinaté.

Výsledky rozboru hlavních klasů 18 dvoukláskových mutantů a hybridů (z roku 1986) jsou v tab. II. Počet článků klasového větene (tj. počet prvních klásků) 17 až 21 odpovídá ostatním střeoevropským odrůdám stejného stupně ranosti. Počet druhých klásků 7 až 15 (s převahou kolem 13) pak zvyšuje celkový počet klásků v klasu na 25 až 35. Průměrný počet zrn v prvním klásku činil 2,1 až 3,6, ve druhém (spodním) 0,7 až 1,7 (s ještě vyšší hodnotou u typu tetrastichon), takže celkově na článek klasového větene připadalo 2,8 až 5,0 zrn (u typu tetrastichon — 6,1). Počet zrn v klasu činil 45 až 90, s převahou hodnot 60 až 70.

Hmotnost 1000 zrn (v daném příznivém ročníku) v celém klasu se pohybovala v rozpětí 30 až 53 g, většinou kolem 45 g. Hmotnost jednoho zrna v druhém klásku je vždy nižší než v prvním, v rozmezí 6 až 24 %, většinou o 15 až 20 %, čímž se snižuje celková vyrovnanost velikosti zrna. Hmotnost zrna v hlavním klasu (s výkyvem 1,4 až 3,7 g) byla vesměs 2,5 až 3,0 g, s přibližně 20% podílem zrna z druhého klásku.

Výsledky z porostů 18 dvoukláskových mutantů a hybridů (z roku 1987), získané měřením a propočtem z 20 náhodně vybraných produktivních stébel každého mutantu či hybridu, jsou uvedeny v tab. III. Parametry jednotlivých klasů korespondují s údaji v tab. II s tím rozdílem, že byl zaznamenán ročníkový pokles hmotnosti 1000 zrn a tudíž nižší hmotnost zrna v klasu. Počet klasů na  $m^2$  (vypočítaný) kolísal v rozpětí 200 až 500, většinou 350 až 450. Čistá produkce zrna (NPR) činila 20 až 40  $mg/cm^2$  plochy čepelí horních dvou listů stébla, většinou 25 až 35  $mg/cm^2$ . Vypočtený výnos zrna byl 500 až 1200  $g/m^2$ , s převahou hodnot 900 až 1000  $g/m^2$ .

Celkově výsledky ukazují, že uvedené dvoukláskové mutanty pšenice ozimé a jejich hybridy jsou šlechtitelské polotovary kulturního typu, s dobrou zimovzdorností, s přiměřenou výškou stébla, raností a s obstojnou mírou odolnosti hlavním chorobám.

Jejich hlavní přínos z hlediska výnosových prvků bude spočívat ve zvýšení počtu zrn na klas, bez zvyšování počtu článků klasového větene. Vyšší rozkolísanost hmotnosti 1000 zrn by u pšenice krmného typu nebyla na závalu.

Dílič údaje o vlastnostech jednotlivých dvoukláskových materiálů mohou být vodítkem pro rozhodnutí, který z nich do rodičovského páru s určitou odrůdou zvolit.

## DISKUSE

V celosvětovém měřítku dochází ke shodě v názorech na cesty šlechtitelského stupňování výnosů pšenice. Staré odrůdy ve výnosu zrna vycházely hlavně z produktivní hustoty porostu, nové z vyšší hmotnosti klasu (Heng Li Wang, 1986). Odrůdové rozdíly v hmotnosti zrna na klas ovšem souvisí s hmotností orgánů „horního“ asimilačního patra rostlin (Nátrová, 1986); všechny asimilační znaky, jak ukázala úseková analýza, mají kladný vliv na výnos zrna prostřednictvím produktivity klasu (Birjukov et al., 1986). Široký rozbor výsledků státních odrůdových zkoušek pšenice v SSSR ukázal rovnocenný vliv dvou výnosových prvků (spjatých v komponzačním momentu) na výnos zrna:

produktivní hustoty a počtu zrn v klasu, ústící v počet zrn z plochy, s větším významem než hmotnost jednoho zrna (Grigorjan, 1984). Současné střeoevropské odrůdy pšenice vynikají oproti odrůdám z počátku století především vyšším počtem zrn v klasu, zatímco hmotnost jednoho zrna zůstává (v průměru odrůd) téměř beze změny (Schaffer et al., 1985). Počet zrn na jednotce plochy je chápán jako biologická sklizeň ve vlastním slova smyslu (Foltýn, 1961), jako reprodukční hodnota genotypu (Smock, 1986). Proto se doporučuje přímá selekce na počet klasů z plochy a současně na počet zrn v klasu (Zhao et al., 1986).

Zpravidla je vyšlechtění vysoce výnosné odrůdy pšenice provázeno zvětšením produktivity klasu (Dorofev, 1976). Prostudování produktivity klasu a laty hlavních drobnozrnných obilnin ukázalo na rozhodující vliv (vedle úrovně agrotechniky) počtu zrn (Šafraňský, 1984). Přímý vliv na hmotnost zrna v klasu pšenice má stupňování počtu zrn, méně hmotnosti zrna (Bojadžieva, 1986). Souvisí to se skutečností, že hmotnost jednoho zrna je výnosový prvek s ekologickým horním limitem (Foltýn, 1977); na významu nabývá správné určení hodnot ekologicky omezených prvků (Pešek et al., 1985). Počet zrn v klasu se ukazuje jako hlavní, výnos určující vlastnost (Bhardwaj, Verna, 1985), a proto se základ vzestupu výnosů spatřuje ve zvyšování počtu zrn v klasu (Bareš, Malý, 1986).

Přední světoví šlechtitelé vyzdvihují pro nejbližší dobu v perspektivních směrech šlechtění pšenice především vytváření odrůd s delšími a fertillnějšími klasy (Haniš, 1985). Zvyšování počtu zrn na ploše může jít zvyšováním počtu klásků, počítáno též plošně (Geisler, 1984). Klas s více klásky sebou nese pomalejší vývoj vegetačního vrcholu (Coventry et al., 1984), takže formy s dlouhým kláskem (až 26 klásků) pozdě metají (Millet, 1986). Naráží se zde opět na prvek s ekologickým stropem, který má ve střední Evropě hodnotu 21 klásků (tj. článků klasového větene na klas — Foltýn, 1982). Naše dvoukláskové formy, nepřekračující limitní hodnoty počtu článků větene a mající až o třetinu vyšší počet klásků v klasu, metají kolem zónálně optimálního data (většinou dříve).

O rekordním počtu zrn v klásku mezdruhového hybridu typu compactum — 9 až 11 zrn — referoval Žebrak (1948); až osm zrn ve středním klásku lze docílit ve složitých hybridech pšenice (Gulkanjan, Oganesjan, 1984). Zvláštní program mexického CIMMYT je zaměřen na tento znak: linie a odrůdy s průměrem kolem 3,5 zrn na klásek mají za názvem písmeno „S“ (Pilch, 1984). Počet zrn v klásku je při výběrech v raných generacích hybridů jako selekční znak stavěn na první místo (Islam et al., 1985). Zájem o uvedený znak vede ke studiu cytokininů v klasu (Sherman, 1985). Obdobně se věnuje pozornost transferovým buňkám, které se vyskytují v klasu v místech napojení klásku na větenu (Zee, O'Brien, 1971): báze klásku se co do uspořádání cévních svazků liší od vegetativních kolének (O'Brien et al., 1985). K nesporným výhodám dvoukláskových forem patří jak dvě báze klásků na článku větene, tak i možnost přímého napojení (bez zprostředkování prodlužující se osy klásků) až šesti zrn na cévní svazky osy klasu (Foltýn, 1984a).

Mezi květem a sklizní je hmotnost sušiny vlastního klasu konstantní (Mirschelet al., 1986). První tři týdny není zrno příliš závislé na přítoku asimilátů z ostatních orgánů (Herzog, 1982). K největším

kláskům a zrnům se větví nejvíce vodivých svazků velkého průměru (Teterjatčenko, 1984). Hmotnost jednoho zrna záleží na pozici kvítku v klásku i v klasu (Kozdov, 1979). Závislost velikosti zrn na přítoku asimilátů potvrzují pokusy s odstraňováním klásků v klasu (Ludent, Stoy, 1985). Rozdíly mezi zrny nejsou však dány jen parametry cévního transportu, nýbrž i jejich vnitřními faktory (Thornley et al., 1981). Záporná korelace mezi počtem zrn v klasu a hmotností jednoho zrna, plynoucí ze šlechtitelského schématu (Foltýn, 1984b), byla experimentálně potvrzena rozsáhlým průzkumem (Vlasenko, 1984). Podaří-li se však vyšším počtem zrn v klasu dvoukláskových forem pšenice převážit úbytek hmotnosti jednoho zrna (a tuto udržet v mezích zonálního optima), zvyšuje se výnos zrna na klas.

## Literatura

- BAREŠ, I. — MALÝ, J.: Vzestup produktivity pšenice v ČSSR. Úroda, 34, 1986, č. 3, s. 100-102.
- BHARDWAJ, S. N. — VERNA, V.: Grain number and size as determinants of yield in wheat. Indian J. agric. Sci., 55, 1985, č. 10, s. 622-627.
- BIRJUKOV, S. V. — CHANGILDIN, V. V. — KOMAROVA, V. P.: Vlijanije assmiljacionnych parametrov flagovogo lista na urožaj zerna i jeho komponenty u ozimoj pšenicy. In: Teoret. i prikl. aspekty selek. i semen. pšenicy, rži, jačmenja i tritikale. Praha-Ruzyně, SEV — NIIR 1986, s. 31.
- BOJADŽIEVA, D.: Vozmožnosti dlja povyšeniya produktivnosti pšenicy čerez optimizirovanije kolosa pšeničnogo rastenija. In: Teoret. i prikl. aspekty selek. i semen. pšenicy, rži, jačmenja i tritikale. Praha-Ruzyně, SEV — NIIR 1986, s. 38.
- COVENTRY, D. R. — WALSGOTT, D. N. — LATTI, R. A.: Comparison of grain growth and yield of a semi-dwarf wheat and a standard height wheat grown in the Victorian Mallee. Austral. J. exp. Agric. anim. Husb., 24, 1984, č. 127, s. 586-594.
- DOROFEEV, V. F.: Pšenicy mira. Leningrad, Kolos 1976.
- FOLTÝN, J.: Struktura sklizně obilnin a zvyšování výnosů. Rostl. Vyr., 7, 1961, č. 2, s. 259-262.
- FOLTÝN, J.: Ekologické limity výnosových prvků ozimé pšenice. In: Produkce biomasy a tvorba výnosů pol. plodin. Praha, ČVTS 1977, sv. I, s. 59-68.
- FOLTÝN, J.: Variants of wheat ideotypes in Czechoslovakia. Ann. Res. Inst. Crop Prod., Praha-Ruzyně, 22, 1982, s. 110-118.
- FOLTÝN, J.: Uspořádání zrn na jednom článku klasového větve pšenice obecné. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 20, 1984a, č. 1, s. 9-14.
- FOLTÝN, J.: Systém porostu a výnosu pšenice. Acta Univ. agric. (Brno) Ř. A, 32, 1984b, č. 4, s. 271-275.
- FOLTÝN, J.: Mutanty typu duospiculum ozimé pšenice obecné (*Triticum aestivum* L.). Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 20, 1984c, č. 3, s. 231-235.
- FOLTÝN, J.: Produktivita mutantů pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.) typu dvouklásek. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 22, 1986a, č. 4, s. 265-272.
- FOLTÝN, J.: Mutanty ozimé pšenice (*Triticum aestivum* L.) typu dvouklásek. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 22, 1986b, č. 3, s. 181-188.
- FOLTÝN, J.: Výnosová schopnost a struktura klasu dvoukláskových mutantů pšenice ozimé typu duospiculum. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 23, 1987, č. 4, s. 273-282.
- FOLTÝN, J. — TOMAN, K.: Dědičnost znaku dvouklásek (duospiculum) v hybridizaci pšenice ozimé. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 23, 1987, č. 1, s. 41-47.
- GEISLER, G.: Photosynthese, Biomassebildung und Ertragsstruktur von Kulturpflanzen. Sver. Utsädesför. Tidskr., 94, 1984, s. 85-94.
- GRIGORJAN, E. M.: Opredeľeniye effektivnogo puti ulučeniya celevogo priznaka na osnove množestvennogo sravnenija genotipov. Nauč.-techn. Bjull. Vsesojuz. selekt.-genet. Inst., 53, 1984, č. 3, s. 42-48.
- GULKANJAN, V. O. — OGANESJAN, S. G.: Genetičeskoje osložnenije gibridov pervogo pokolenija kak effektivnyj metod v selekcii pšenicy. Jerevan, Izd. AN Arm. SSR 1984.
- HANIŠ, M.: Přínos a perspektivy šlechtění pšenice v ČSR. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 21, 1985, č. 3, s. 178-180.
- HENG LI WANG: Varietal improvement of wheat in the plains of the Yellow river and Huai river valleys. Ann. Wheat Newsletter, 32, 1986, s. 60-65.



- HERZOG, H.: Influence of ear size, leaf area and cytokinin applications on the kernel development in wheat. Z. Acker- Pfl.-Bau, 151, 1982, č. 3, s. 205-215.
- ISLAM, M. A. — FAUTRIER, A. G. — LANGER, R. H. M.: Early generation selection in 2 wheat crosses. 2. F<sub>3</sub> line selection. N. Z. J. agric. Res., 28, 1985, č. 3, s. 319-323.
- KOZDOJ, J.: Budowa morfologiczna kłosa czterech odmian pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.) o zróżnicowanej plenności. Biul. Inst. Hod. i aklim. Rosl., 137, 1979, s. 89-105.
- LEDENT, J. — STOY, V.: Responses to reductions in kernel number or to defoliation in collections of winter wheats. Agronomie, 5, 1985, č. 6, s. 499-504.
- MILLET, E.: Developmental differences between wheat lines with regular and multispikete spike. Z. Pfl.-Zücht., 96, 1986, č. 3, s. 265-270.
- MIRSCHER, W. — WURBS, A. — KRETSCHMER, H.: Zur Dynamik der Kornfüllung und Ermittlung der Kornbiomasse aus der Ährenbiomasse während der Kornfüllungsperiode für Winterweizen. Arch. Acker- Pfl.-Bau, Bodenkde, 30, 1986, č. 6, s. 347-353.
- NÁTROVÁ, Z.: K voprosam fiziologičeskich osnov produktivnosti kolosa pšenicy. In: Teoret. i prikl. aspekty selek. i semen. pšenicy, rži, jačmenja i tritikale. Praha-Ruzyně, SEV — NIIR 1986, s. 130.
- O'BRIEN, T. P. et al.: The vascular system of the wheat spikelet. Austral. J. Pl. Physiol., 12, 1985, s. 487-511.
- PEŠEK, J. — HARTMANN, J. — HLAVIČKA, A.: Biometričeskij analiz struktury vysokich urožajev sortov ozimoy pšenicy. In: Vopr. selek. i genet. zern. kultur. Sofija, Zemizdat 1985, s. 165-175.
- PILCH, J.: Program hodowli zbóż w CIMMYT. Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rosl., 1984, č. 154, s. 29-57.
- SHERMAN, H.: Unraveling the mystery of wheat growth hormones. Agric. Res., 33, 1985, č. 1, s. 7.
- SCHEFFER, K. — KARPENSTEIN, M. — STULPNAGEL, R.: Anbauvergleich zwischen alten und neuen Winterweizensorten bei unterschiedlicher Anbauintensität. Kali-Briefe (Bünt.), 17, 1985, č. 10, s. 749-756.
- SMOČEK, J.: Analiz čísla zeren na jedince plošćadi, t. j. reprodukativnoj cennosti, v svjazi s urožajem zerna. In: Teoret. i prikl. aspekty selek. i semen. pšenicy, rži, jačmenja i tritikale. Praha-Ruzyně, SEV — NIIR 1986, s. 182.
- ŠAFRANSKIJ, V. P.: Produktivnost kolosa (metelki) i urožaj. Nauč.-techn. Bjull. Vsesojuz. Inst. Rastenijev., 1984, č. 138, s. 26-28.
- TETRAJATČENKO, K. G.: Anatomičeskij metod ocenki ischodnogo materiala mjagkoj pšenicy na produktivnost, morozostojkost i ustojčivost k poleganiju. Nauč.-techn. Bjull. Vsesojuz. Inst. Rastenijev., 1984, č. 146, s. 28-32.
- THORNLEY, J. H. M. — GIFFORD, R. M. — BREMNER, P. M.: The wheat spikelet — growth response to light and temperature — experiment and hypothesis. Ann. Bot., 47, 1981, č. 6, s. 713-725.
- VLASENKO, N. M.: Vzaimosvjaz čísla zeren i massy 1000 zeren u mjagkoj jarovoj pšenicy. In: Biol. snovy povyš. produk. s.-ch. kultur. Moskva, MSCh SSSR 1984, s. 24-27.
- ZEE, S. Y. — O'BRIEN, T. P.: Vascular transfer cells in the wheat spikelet. Austral. J. biol. Sci., 24, 1971, č. 1, s. 35-49.
- ZHAOSU WU et al.: Genetic variation in the sink-source and yield and related characters of wheat cultivars grown in the Lower Yangtze region. Ann. Wheat Newsletter, 32, 1986, s. 59-60.
- ŽEBRAK, A. R.: Reč. In: O položenii v biologičeskoy nauke. Moskva, Selchozgiz 1948, s. 393-401.

Došlo dne 10. 9. 1987

ФОЛТЫН, Й. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Хозяйственные свойства двухколосковых мутантов и гибридов озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 47-56.

Оценивали 7 мутантов типа «дуоспикулум», 1 «тетрастихон», 2 гибрида «нормал X дуо» и 8 гибридов «дуо X дуо». В большинстве это — полуранные мутанты оз. пшеницы с хорошим зимованием. Их устойчивость к мучнистой росе средняя, к желтой ржавчине хорошая, к бурой слабая, а к линейной — либо хорошая, либо слабая. Высота растений 85—100 см, в исключит. случаях 150 см. Колос белый и безостый, либо остистый, и зерно бурое. Параметры главного колоса: число члеников стержня 21 и менее, число колосков в колосе около 30; вес 1000 зерен 30—53 г (в среднем больше 40 г); размеры зерен не выравненные; число зерен на членик стержня макс. 3—5



(у «тетрастихон» 6). Вычисленный оптимум продуктивной плотности стояния (по листовой площади на стебле и зонально оптим. LAI) 200—500, чаще всего около 400 колосьев/м<sup>2</sup>. Урожай зерна 500—1200, чаще всего около 900 г/м<sup>2</sup>. Чистая продукция зерна  $NPR = \left( \frac{Y}{LA} \right) 20-40$ , чаще всего около 30 мг/см<sup>2</sup> площади пластинки верхних двух листьев. Этот материал относится к культурному типу и годится для гибридизации коммерческих сортов пшеницы в качестве доноров свойства «двухколосок».

озимая пшеница; мутанты и двуколоски; хозяйственные свойства

FOLTÝN, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *Economic Characteristics of Duospiculum Mutants and Hybrids of Winter Wheat (Triticum aestivum L.)*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 47-56.

Trials were conducted to test seven mutants of "duospiculum" type, one mutant of "tetrastrichon" type, two hybrids of "normal X duo" type, and eight hybrids of "duo X duo" type. Most of them are medium early mutants of winter wheat with very good wintering. They had medium resistance to powdery mildew (*E. graminis*), most of them had very good resistance to yellow rust (*P. striiformis*), were susceptible to leaf rust (*P. recondita*), and were resistant or susceptible to stem rust (*P. graminis*). The plants are 85 to 100 cm high, exceptionally 115 cm. Their spike is white, awnless or awned, and their grains are red. The parameters of the main spike are as follows: 21 or less rachis internodes, 30 spikelets per spike at the maximum (on an average for all test types), 1000-grain weight 30—53 g (above 40 on an average), lower uniformity as to grain size, 3—5 grains at the maximum per rachis internode (6 in the "tetrastrichon" type). The optimum productive density (derived from the leaf area per stem and from the zonal optimum value of LAI) was calculated to be 200—500 spikes per m<sup>2</sup>, (about 400 spikes in the majority of cases). The converted grain yield stayed within the limits of 500—1200 g per m<sup>2</sup>

(mostly about 900 g per cm<sup>2</sup>). The net production rate  $\left( = \frac{Y}{LA} \right)$  was 20 to 40 mg (usually about 30 mg) per cm<sup>2</sup> of the blade area of the upper two leaves. All these materials are of cultural type and are suitable for hybridization with commercial wheat varieties as donors of the "duospiculum" trait.

winter wheat; mutants with "duospiculum"; economic traits

FOLTÝN, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Wirtschaftseigenschaften von Doppelährchen-Mutanten und -Hybriden des Winterweizens (Triticum aestivum L.)*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 47-56.

Bewertet wurden sieben Mutanten vom Typ „duospiculum“, einer vom Typ „tetrastrichon“, zwei Hybriden vom Typ „normal X duo“ und acht Hybriden „duo X duo“. Es handelt sich vorwiegend um halbfrühreife Mutanten des Winterweizens mit sehr guter Überwinterungsfähigkeit. Ihre Resistenz gegen Getreidemehltau (*E. graminis*) wird als mittelmäßig, die gegen Gelbrost (*P. striiformis*) meistens als sehr gut bewertet, gegen Braunrost (*P. recondita*) sind sie empfindlich und gegen Schwarzrost (*P. graminis*) entweder resistent oder empfindlich. Die Pflanze ist 85—100 cm, ausnahmsweise 115 cm, hoch. Die Ähre ist weiß, begrannt oder nicht-begrannt und das Korn ist rötlich. Parameter der Hauptähre: die Zahl der Glieder der Ährenspindel beträgt 21 und weniger; die maximale Zahl der Ährchen in der Ähre ist im Durchschnitt 30; die Tausend-Korn-Masse liegt zwischen 30—53 g, im Durchschnitt etwas über 40 g; geringere Ausgeglichenheit der Körnergröße; Zahl der Körner je Ährenspindelglied max. 3—5 (beim Typ „tetrastrichon“ 6). Das aus der Blattfläche am Halm und dem zonal optimalen Blattflächenindex LAI ausgerechnete Optimum der produktiven Dichte ist 200—500, meist um 400 Ähren pro m<sup>2</sup>. Der ausgerechnete Kornertrag liegt im Bereich 500—1200, meist um 900 g/m<sup>2</sup>. Die

Netto-Kornproduktion  $NPR = \left( = \frac{Y}{LA} \right) 20-40$ , meist um 30 mg/cm<sup>2</sup> der Blattspreitenfläche der oberen zwei Blätter. Die angeführten Materialien sind vom Kulturtyp und sind für Hybridisation mit kommerziellen Weizensorten als Donoren der Eigenschaft „Doppelährchen“ gut geeignet.

Winterweizen; Mutanten mit Doppelährchen; Wirtschaftseigenschaften

Adresa autora:

Doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

# ODOLNOST ČESKOSLOVENSKÝCH ODRŮD JEČMENE JARNÍHO VŮČI PADLÍ TRAVNÍMU (*ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *HORDEI*)

A. Dreiseitl

---

DREISEITL, A. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Odolnost československých odrůd ječmene jarního vůči padlí travnímu (Erysiphe graminis f. sp. hordei)*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 57-64.

Byla zjištěna reakce 38 československých odrůd jarního ječmene povolených od roku 1950 vůči kolekci patotypů padlí travního. Zjištěné výsledky byly porovnány s údaji v literatuře. Zkoušené odrůdy obsahují celkem devět identifikovaných genů odolnosti vůči padlí travnímu [*Ml-g*, *Ml-a1*, *Ml-a6*, *Ml-a7*, *Ml-a9*, *Ml-a12*, *Ml-a13*, *Ml-La*, *Ml-(1192)*]. První odrůdou s odolností k padlí travnímu byla odrůda 'Merkur' s odolností *Ml-g*, povolená v roce 1964. Poslední odrůdou bez odolnosti k tomuto patogenu byla odrůda 'Hana' povolená v roce 1973. Je zdůrazněna potřeba vyhledávání nových a realizace již rozpracovaných odolností v nových odrůdách.

ječmen jarní; československé odrůdy; odolnost; padlí travní

---

Padlí travní je u nás dlouhodobě jednou z nejvýznamnějších chorob ječmene a proto jsou hledány způsoby snižování jeho hospodářské škodlivosti. Za základ bylo zvoleno šlechtění nových odrůd s geneticky podmíněnou odolností vůči tomuto patogenu. U nás zahájil v roce 1949 šlechtění ječmene na odolnost k padlí travnímu F a d r h o n s (1962). Také L e k e š (1960) se zabýval hodnocením odolnosti odrůd ječmene k této chorobě. Zvláštní místo v přípravě a realizaci uvedeného směru zaujímá B r ü c k n e r (1963, 1975, 1986 a další), jehož teoretické práce, metodické návody a vytvořené rezistentní kmeny se staly základem československého šlechtění ječmene na odolnost vůči padlí travnímu a měly pozitivní dopad na rezistentní šlechtění v řadě evropských zemí.

Cílem tohoto příspěvku je podat ucelený obraz o odolnosti československých odrůd ječmene jarního vůči padlí travnímu od zahájení cílevědomého šlechtění vůči této chorobě. K tomu byly využity údaje o odolnosti uvedené v dostupné literatuře, které byly prověřeny stávajícím souborem patotypů udržovaných ve VŠÚO Kroměříž a doplněny o chybějící údaje.

Znalost genetického založení odolnosti pěstovaných odrůd má význam pro další výběr a využití nových odolností a slouží jako důležitý podklad k prognóze a objasňování dynamiky změn virulence v populaci patogena.

## MATERIÁL A METODY

K prověřování a určování odolnosti vůči padlí travnímu byly brány čs. odrůdy povolené od roku 1950 (38 odrůd) rozdělené do dvou souborů. Prvním souborem obsahujícím současně odrůdy, byly vzorky zaslané ÚKZÚZ k provedení laboratorních testů na odolnost vůči padlí travnímu. Druhým souborem byly především starší odrůdy, které byly vyžádány z oddělení genetických zdrojů (OGZ) VŠÚO Kroměříž. Každá odrůda byla vyseta do 11 kelímků naplněných zemínou vždy přibližně po 20 zrnech. Za sedm dnů po vysetí byly kelímky s mladými rostlinami umístěny do izolátorů a inokulovány otěrem napadenými rostlinami 11 patotypů padlí travního (tab. I). V každém izolátoru s jedním patotypem byl umístěn jeden

### I. Použité patotypy padlí travního — Pathotypes of powdery mildew used in the tests

| Pořadové číslo | Identifikační číslo     | Pořadové číslo | Identifikační číslo     |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 1              | EGH — 676 000 — EU — 83 | 7              | EGH — 753 053 — EU — 83 |
| 2              | EGH — 702 010 — EU — 83 | 8              | EGH — 772 100 — EU — 83 |
| 3              | EGH — 703 020 — EU — 83 | 9              | EGH — 773 013 — EU — 83 |
| 4              | EGH — 703 453 — EU — 83 | 10             | EGH — 773 030 — EU — 83 |
| 5              | EGH — 723 010 — EU — 83 | 11             | EGH — 773 230 — EU — 83 |
| 6              | EGH — 753 050 — EU — 83 |                |                         |

kelímek s přibližně 20 rostlinami od každé odrůdy. Izolátory s rostlinami byly v místnosti s umělým osvětlením zářivkami. Intenzita osvětlení v úrovni rostlin činila přibližně 4 kLx, délka světelného dne byla 15 hodin a teplota v místnosti kolísala od 20 do 28 °C. Hodnocení napadení (infekční typ) bylo prováděno podle stupnice 0—4 (Brückner, 1967). Podle reakce (napadení všemi patotypy) byly odrůdy sloučeny do skupin (tab. II) a srovnávány s reakcí odrůd testovacího sortimentu (Frauenstein et al., 1983) a dalšími doplňkovými odrůdami se známým založením odolnosti [Vada — *MI-La*, KM 1192 — *MI-(1192)*]. Výsledky byly porovnávány s údaji uváděnými v literatuře. V některých případech byla jako vodítko využita znalost genealogie odrůd. Při vyhodnocování výsledků bylo zjištěno, že k spolehlivému rozlišení odolnosti v čs. odrůdách plně postačuje pět z celkového počtu 11 patotypů. Proto jsou v tab. II uváděny pouze tyto patotypy (numerické označení patotypů umožňuje dešifrovat přítomnost genů virulence pro geny rezistence obsažené v diferenciálních odrůdách testovacího sortimentu).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Do první skupiny (tab. II) bylo zařazeno devět převážně nejstarších odrůd, které se po inokulaci všemi použitými patotypy vyznačovaly infekčním typem 4. Uvedený infekční typ svědčí o náchylnosti těchto odrůd, to znamená, že neobsahují žádný z identifikovatelných genů odolnosti vůči padlí travnímu.

Druhá skupina odrůd se vyznačovala infekčním typem 0 (vysokou odolností) vůči prvnímu patotypu a náchylností k ostatním patotypům. Tato reakce odpovídá reakci ječmene odrůdy 'Weißenstephan CP 127 422', který má v sobě zabudovanou odolnost označenou symbolem *MI-g*. Tuto odolnost uvádějí u novošlechtění Dobrovický 4, které bylo povoleno jako odrůda 'Merkur', i Fadrhons (1962), u odrůdy 'Jantar' Polák (1968), u odrůd 'Denár', 'Dukát' a 'Topas' Vlach a Brückner (1974) a u odrůdy 'Favorit' Brückner (1975).

II. Reakce zkoušených odrůd k patotypům padlí travního — The reaction of test varieties to powdery mildew pathotypes

| Skupina                | Zkoušené odrůdy                                                                                                       | Pořadové číslo patotypu<br>a reakce zkoušených odrůd |       |       |       |     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|
|                        |                                                                                                                       | 1                                                    | 3     | 4     | 6     | 11  |
| I                      | Valtický, Čelechovický, Hanácký,<br>Semčický hospodářský, Branišovický<br>C, Ekonom, Diamant, Dvoran,<br>Sladar, Hana | 4                                                    | 4     | 4     | 4     | 4   |
| II                     | Merkur, Jantar, Denár, Dukát,<br>Topas, Favorit                                                                       | 0                                                    | 4     | 4     | 4     | 4   |
| III                    | Ametyst, Orbit                                                                                                        | 4                                                    | 0     | 0     | 4     | 4   |
| IV                     | Výnosný, Rapid                                                                                                        | 0                                                    | 0     | 0     | 4     | 4   |
| V                      | Mars                                                                                                                  | 0                                                    | 1–2   | 1–2   | 1–2   | 1–2 |
| VI                     | Opál, Jaspis                                                                                                          | 2–3                                                  | 0     | 0     | 2–3   | 2–3 |
| VII                    | Atlas, Diabas, Fatran, Horal                                                                                          | 1                                                    | 1     | 4     | 4     | 4   |
| VIII                   | Rubín                                                                                                                 | 0 a 1                                                | 0 a 1 | 0 a 4 | 0 a 4 | 4   |
|                        | — linie a                                                                                                             | 0                                                    | 0     | 0     | 0     | 4   |
|                        | — linie b                                                                                                             | 1                                                    | 1     | 4     | 4     | 4   |
| IX                     | Spartan                                                                                                               | 0                                                    | 0     | 4     | 4     | 0   |
| X                      | Zefir                                                                                                                 | 0                                                    | 4     | 0     | 0     | 4   |
| IX                     | Safír, Korál, Karát, Krystal, Bonus<br>Zenit, Perun                                                                   | 0                                                    | 0     | 4     | 0     | 0   |
| XII                    | Kredit, Jarek                                                                                                         | 2–3                                                  | 2–3   | 4     | 2–3   | 2–3 |
| Doplňkové odrůdy: Vada |                                                                                                                       | 2–3                                                  | 2–3   | 2–3   | 2–3   | 2–3 |
| KM 1192                |                                                                                                                       | 2–3                                                  | 2–3   | 4     | 2–3   | 2–3 |

Odrůda 'Ametyst' byla díky identické reakci s odrůdou 'Voldagsen 8141/44' (gen *Ml-a6*), kterou má i ve svém původu, zařazena do III. skupiny, což odpovídá výsledkům, které uvedli Vlach a Brückner (1974). Shodně reagovala i odrůda 'Orbit'.

Do skupiny IV. byly zařazeny odrůdy 'Výnosný' a 'Rapid'. Jejich reakce neodpovídá žádné jednotlivé odrůdě testovacího sortimentu. Velmi se však podobá reakci odrůdy 'Voldagsen 8141/44' s tím rozdílem, že podobně jako ječmen odrůdy 'Weihestephan CP 127 422', reaguje infekčním typem 0 i k prvnímu patotypu. Uvedené vzorky obsahují oba geny odolnosti *Ml-a6* + *Ml-g*. U odrůdy 'Rapid' odpovídá tento závěr názoru, který uvedl Brückner (1981). Avšak u odrůdy 'Výnosný' nebyla v minulosti uváděna odolnost vůči žádnému patotypu padlí travního. Tato odrůda byla povolena čtyři roky před odrůdou 'Merkur', která je považována za první československou odrůdu s odolností vůči padlí travnímu (Brückner, 1984). Odrůda 'Výnosný' byla vyšlechtěna výběrem z křížení Triumf X Heines Haisa (Bobek, 1967). Žádná z rodičovských odrůd neobsahuje geny odolnosti vůči padlí. Proto je nutné vyjádřit domněnku, že osivo uchovávané pod označením „Výnosný“ není totožné s původní čs. odrůdou 'Výnosný', povolenou v roce 1960, a že

tato odrůda v sobě pravděpodobně neobsahovala žádný gen odolnosti vůči padlí travnímu. Uvedený závěr podporuje i hodnocení, které publikoval L e k e š (1973), že odrůda 'Výnosný' je k padlí travnímu velmi náchylná, stejně jako odrůdy vyšlechtěné před 50 lety.

Pátou skupinu představuje odrůda 'Mars'. Její odolnost je velmi nesešně identifikovat. Svědčí o tom i závěry Brücknera, který nejdříve (Brückner, 1983) uvádí pro tuto odrůdu odolnost *Ml-a3* + *Ml-1192*, zatímco později (Brückner, 1986) uvádí odolnost *Ml-La*. My jsme na základě reakce a původu odrůdy dospěli k závěru, že její odolnost je založena na genech *Ml-La* + *Ml-g*. Samotná odolnost *Ml-La* je ve svém projevu nestálá, zpravidla však reaguje infekčním typem 2 — 3. Při našem zkoušení reagovala odrůda 'Mars' infekčním typem 1 — 2.

Skupina VI je zastoupena dvěma odrůdami, u kterých je možno, na základě jejich reakce, předpokládat gen *Ml-a6* + gen pro střední odolnost. Odrůda 'Opál' má ve svém původu ječmen označený jako 'Palestine 10', odrůda 'Jaspis' má ve svém původu odrůdu 'Opál'. Proto u obou těchto odrůd jde pravděpodobně o stejný gen pro střední odolnost pocházející z odrůdy 'Palestine 10'. Jeho reakce je podobná jako u genu *Ml-La*, proto pro odrůdu 'Opál' uvádí Brückner (1981) založení odolnosti *Ml-a6* + *Ml-v* [*Ml-v* je často používaný symbol pro odolnost odrůdy 'Vada' která má svoji odolnost odvozenou od ječmene *Hordeum laevigatum*, v poslední době se proto častěji používá označení *Ml-La*]. U odrůdy 'Jaspis' dospěl Brückner (1986) ke stejnému závěru *Ml-a6* + *Ml-La*.

Odrůdy 'Atlas', 'Diabas', 'Fatran' a 'Horal' zařazené do VII. skupiny reagovaly podobně jako odrůda 'Amsel', zařazená pod číslem 13 do testovacího sortimentu a obsahující geny *Ml-a7* + *Ml-g*. V naší kolekci nemáme patotyp virulentní vůči genu *Ml-a7* a avirulentní vůči genu *Ml-g*. Na základě reakce těchto odrůd vůči prvnímu patotypu (infekční typ 1) a srovnáním s infekčním typem odrůd s genem *Ml-g* (infekční typ 0) lze usoudit, že žádná z těchto čtyř odrůd ve skupině VII. neobsahuje gen *Ml-g*, neboť projev vysoké odolnosti je epistatický projevu neúplné odolnosti. Brückner (1981) uvádí u prvních třech odrůd odolnost *Ml-a7*. Stejnou odolnost má i odrůda 'Horal' (Brückner, 1983).

Osmá skupina je reprezentována odrůdou 'Rubín'. Brückner (1983) uvádí u odrůdy 'Rubín' odolnost podmíněnou genem *Ml-a1*. V další práci Brückner (1986) uvádí, že odrůda 'Rubín' je dvouliniovou odrůdou obsahující geny *Ml-a1* a *Ml-a7*. Při prvním hodnocení jsme obdrželi dva infekční typy, proto jsme si obě linie vyžádali ze šlechtitelské stanice Hrubčice, kde byla odrůda 'Rubín' vyšlechtěna a testovali ji samostatně. Srovnáním jejich reakce s reakcí odrůd č. 11 (*Ml-a1*) a č. 13 (*Ml-a7*) testovacího sortimentu potvrdilo závěr, který uvedl Brückner (1986).

Skupinu IX tvoří odrůda 'Spartan', jejíž reakce je shodná s odrůdou 'Monte Cristo'. Tato odrůda obsahuje geny *Ml-a9* + *Ml-k*, které jsou ve vazbě. Vzhledem k tomu, že v současné době nemůžeme rozlišit kombinaci genů *Ml-a9* + *Ml-k* od samotného genu *Ml-a9*, nelze dokázat existenci jednoho nebo obou těchto genů v odrůdě 'Spartan'. Stejný závěr učinil Brückner (1982). V polních podmínkách však bylo pozorováno u odrůdy 'Spartan' intenzivnější napadení padlím travním než u odrůdy 'Monte Cristo', což podporuje domněnku, že v odrůdě 'Spartan' je zabudován pouze gen *Ml-a9*.

III. Genetické založení odolnosti československých odrůd ječmene jarního vůči padlí travnímu — Genetic constitution of the resistance of Czechoslovak spring barley varieties to powdery mildew

| Poř. číslo | Odrůda               | Osivo dodáno | Rok povolení | Rok restrinkce | Gen odolnosti        | Údaje z literatury     |
|------------|----------------------|--------------|--------------|----------------|----------------------|------------------------|
| 1          | Valtický             | OGZ          | 1950         | 1976           | —                    | —                      |
| 2          | Čelechovický hanácký | OGZ          | 1956         | 1963           | —                    | —                      |
| 3          | Semčický hospodářský | OGZ          | 1956         | 1963           | —                    | —                      |
| 4          | Branišovický C       | OGZ          | 1959         | 1970           | —                    | —                      |
| 5          | Výnosný              | OGZ          | 1960         | 1970           | —                    | —                      |
| 6          | Ekonom               | OGZ          | 1960         | 1972           | —                    | —                      |
| 7          | Merkur               | OGZ          | 1964         | 1972           | M1 - g               | Fadrhons (1962)        |
| 8          | Diamant              | OGZ          | 1965         | 1976           | —                    | —                      |
| 9          | Dvoran               | OGZ          | 1965         | 1978           | —                    | —                      |
| 10         | Jantar               | OGZ          | 1966         | 1973           | M1 - g               | Polák (1968)           |
| 11         | Sladar               | OGZ          | 1967         | 1976           | —                    | —                      |
| 12         | Denár                | OGZ          | 1969         | 1976           | M1 - g               | —                      |
| 13         | Dukát                | OGZ          | 1971         | 1976           | M1 - g               | Vlach, Brückner (1974) |
| 14         | Topas                | OGZ          | 1971         | 1978           | M1 - g               | —                      |
| 15         | Ametyst              | OGZ          | 1972         | 1979           | M1 - a6              | —                      |
| 16         | Hana                 | OGZ          | 1973         | 1979           | —                    | —                      |
| 17         | Favorit              | OGZ          | 1973         | 1987           | M1 - g               | Brückner (1975)        |
| 18         | Rapid                | OGZ          | 1976         | 1983           | M1 - a6 + M1 - g     | —                      |
| 19         | Atlas                | OGZ          | 1976         | 1981           | M1 - a7              | Brückner (1981)        |
| 20         | Diabas               | OGZ          | 1977         | 1982           | M <sup>-</sup> - a7  | —                      |
| 21         | Spartan              | OGZ          | 1977         | 1985           | M <sup>-</sup> - a9  | —                      |
| 22         | Safir                | OGZ          | 1978         | 1981           | M <sup>-</sup> - a13 | Brückner (1982)        |
| 23         | Korál                | ÚKZÚZ        | 1978         | —              | M <sup>-</sup> - a13 | —                      |
| 24         | Opál                 | OGZ          | 1980         | 1986           | M1 - a6 + M1 - La    | —                      |
| 25         | Fatran               | ÚKZÚZ        | 1980         | —              | M1 - a7              | —                      |
| 26         | Krystal              | ÚKZÚZ        | 1981         | —              | M1 - a13             | Brückner (1981)        |
| 27         | Karát                | ÚKZÚZ        | 1981         | —              | M1 - a13             | —                      |
| 28         | Zefir                | OGZ          | 1981         | —              | M1 - a12             | —                      |
| 29         | Rubín                | ÚKZÚZ        | 1982         | —              | M1 - a1, M1 - a7     | Brückner (1986)        |
| 30         | Horal                | ÚKZÚZ        | 1982         | —              | M1 - a7              | Brückner (1983)        |
| 31         | Mars                 | ÚKZÚZ        | 1983         | —              | M1 - La + M1 - g     | Brückner (1986)        |
| 32         | Bonus                | ÚKZÚZ        | 1984         | —              | M1 - a13             | —                      |
| 33         | Kredit               | ÚKZÚZ        | 1984         | —              | M1 - (1192)          | —                      |
| 34         | Zenit                | ÚKZÚZ        | 1985         | —              | M1 - a13             | Brückner (1986)        |
| 35         | Jaspis               | ÚKZÚZ        | 1986         | —              | M1 - a6 + M1 - La    | —                      |
| 36         | Orbit                | ÚKZÚZ        | 1986         | —              | M1 - a6              | —                      |
| 37         | Perun                | ÚKZÚZ        | 1987         | —              | M1 - a13             | —                      |
| 38         | Jarek                | ÚKZÚZ        | 1987         | —              | M1 - (1192)          | —                      |



Reakce odrůdy 'Zefír', zastupující skupinu X, je totožná s odrůdou 'Emír', která obsahuje gen *Ml-a12*. Tuto odolnost uvádí u odrůdy 'Zefír' i Brückner (1981).

Nejpočetnějším souborem odolných odrůd jsou odrůdy zařazené do skupiny XI, které vykazují shodnou reakci s odrůdou 'Rupal'. Tuto odolnost, odvozenou z balkánského ječmene I 25, která se také nachází v *Ml-a* lokusu, označil nejdříve Brückner (1981), jako novou odolnost *Ml-a14*, obsaženou v odrůdách 'Korál', 'Krystal' a 'Karát'. Stejnou odolnost jako u těchto tří odrůd uvádí Brückner (1982) i pro odrůdu 'Safír'. Po zjištění totožnosti tohoto genu odolnosti s alelou odrůdy 'Rupal', označenou symbolem *Ml-a13*, je používáno toto druhé označení. Odolnost *Ml-a13* uvádí Brückner pro odrůdy 'Korál', 'Krystal' a 'Karát' (Brückner, 1983) a také u novějších odrůd 'Bonus' a 'Zenit' (Brückner, 1986). Gen *Ml-a13* je podle reakce obsažen i v nové odrůdě 'Perun'. Linie I 25 obsahuje dva další geny odolnosti (Brückner, 1986). Přítomnost těchto genů však nelze naším současným souborem patotypů identifikovat.

Reakce odrůd 'Kredit' a 'Jarek' se podobá reakci ječmene HOR 1402 a je totožná s reakcí doplňkové linie KM 1192 vytvořené ve VŠÚO Kroměříž (tab. III). Tato linie je rodičovskou komponentou obou uvedených odrůd a obsahuje gen pro střední odolnost (infekční typ 2 — 3) k padlí travnímu (Brückner, 1976).

Pro identifikaci genů odolnosti byla použita série patotypů. Závisí na jejich různorodosti a početnosti, kolik různých genů odolnosti je možné tímto způsobem rozlišit. Naším souborem patotypů nebylo možné rozlišit některé odolnosti odrůd testovacího sortimentu, např. *Ml-(CP)* — druhý gen první testovací odrůdy, *Ml-ra* (původně označený *Ml-41/145*) třetí odrůdy, *Ml-c* u osmé testovací odrůdy atd. Podobně nebylo možné identifikovat ani geny *Ml-a8* a *Ml-h*, jejichž přítomnost alespoň v některých odrůdách je pravděpodobná vzhledem ke skutečnosti, že donory těchto genů jsou starohanácké ječmeny. Je však třeba poznamenat, že všechny tyto geny nemají praktický význam v rezistentním šlechtění vůči padlí travnímu.

Cílevědomé šlechtění na odolnost vůči padlí travnímu bylo zahájeno v Semčicích v roce 1949 (Fadrhons, 1962). Výsledkem bylo vyšlechtění odrůdy 'Merkur', první československé odrůdy se zabudovanou odolností vůči travnímu. Tato odrůda byla povolena v roce 1964. Poslední povolenou odrůdou bez zabudované odolnosti vůči padlí travnímu byla odrůda 'Hana', povolená v roce 1973. Za dobu rezistentního šlechtění bylo využito v ČSSR nejméně devět genů odolnosti, které jsou obsaženy jednotlivě nebo v kombinaci v povolených odrůdách. Největšího úspěchu bylo dosaženo rozpracováním odolnosti balkánského ječmene I 25 a převedením genu *Ml-a13* dosud do sedmi čs. odrůd. První odrůdy s touto odolností ('Korál' a 'Safír') byly povoleny v roce 1978. Odolnost odrůdy 'Korál' byla spolu s dalšími vlastnostmi významným podnětem ke zkoušení a pozdějšímu povolení v NSR. Kroměřížské kmeny s odolností *Ml-a13* se staly základem i některých zahraničních odrůd např. 'Tamina', 'Defra', 'Femina' a 'Lenka' v NDR a 'Casino' a 'Merchant' ve Skotsku (Brückner, 1986).

Odrůdy obsahující gen *Ml-a13* byly v roce 1987 vysety v ČSSR na větší polovině ploch osetých jarním ječmenem. Připočteme-li k tomu

plochy odrůd s odolností KM 1192 a skutečnost, že např. patotyp EGH-773 013-EU-83, který je v naší kolekci, překonává mimo uvedených i odrůdy 'Fatran' a 'Horal', jednu linii odrůdy 'Rubín' a částečně odrůdy 'Mars', 'Jaspis' a 'Opál', je zřejmé, že nebezpečí vzniku velkých epidemií padlí travního je vysoká. Vůči uvedenému patotypu je rezistentní např. odolnost podmíněna genem *Ml-a3*. Tato odolnost není dosud obsažena v žádné z československých odrůd. Z kmenů vytvořených ve VŠÚO Kroměříž obsažujících gen *Ml-a3* však byly vyšlechtěny odrůda 'Dorina' [NDR] a 'Sewa' pěstovaná v Dánsku. Proto je potřebné zaměřit pozornost nejen na vyhledávání nových odolností, ale také na realizaci již rozpracovaných odolností v nových odrůdách.

## Literatura

- BOBEK, M.: Popisy československých rajonovaných odrůd jarních ječmenů. In: SKLÁDAL, V. a kol.: Sladovnický ječmen. Praha, SZN 1967.
- BRÜCKNER, F.: Padlí travní (*Erysiphe graminis* DC.) na ječmeni. III. Průzkum výskytu fyziologických ras na území ČSSR v letech 1960—61. Rostl. Vyr., 9, 1963, č. 1, s. 1-8.
- BRÜCKNER, F.: Šlechtění na rezistenci (odolnost). In: SKLÁDAL, V. a kol.: Sladovnický ječmen. Praha, SZN 1967.
- BRÜCKNER, F.: Resistance of some European spring barley varieties to seven races of powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal). Sbor. ÚVTIZ - Ochr. Rostl., 11, 1975, č. 4, s. 253-259.
- BRÜCKNER, F.: Reaction of varieties to a race of powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal) virulent to the resistance donor Monte Cristo C. I. 1017. Sbor. ÚVTIZ - Ochr. Rostl., 12, 1976, č. 4, s. 267-271.
- BRÜCKNER, F.: Genetik und Züchtungsmethoden der Sommergerste auf Resistenz gegen die wichtigsten Pilzkrankheiten. Ber. Arb.-Tag., 32, 1981, s. 79-82.
- BRÜCKNER, F.: Nález rasy padlí na ječmeni (*Erysiphe graminis* DC. var. *hordei* Marchal) překonávající geny rezistence *Ml-a9* a *Ml-a14*. Sbor. ÚVTIZ - Ochr. Rostl., 18, 1982, č. 2, s. 101-106.
- BRÜCKNER, F.: Die Resistenzzüchtung bei Sommergerste gegen Blattkrankheiten in der ČSSR. Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.), 216, 1983, s. 541-546.
- BRÜCKNER, F.: Genetické základy a metody šlechtění ječmene na rezistenci proti padlí travnímu. Stud. Inform. ÚVTIZ Ř. Rostl. Vyr., 1984, č. 4, s. 44.
- BRÜCKNER, F.: Experiments with breeding of spring barley for resistance to powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei*) in Czechoslovakia. In: Integrated control to reduce the damage caused by cereal mildews. Contributions of participants for the workshop in Weihenstephan, 4.—6. 11. 1986, s. 43-47.
- FADRHONS, J.: Šlechtění ječmene na odolnost proti padlí *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal. Rostl. Vyr., 8, 1962, s. 1137-1150.
- FRAUENSTEIN, K. — MEYER, H. — WALTHER, U. — WOLFRAM, H.: Neue Testsortimente und Rassenbezeichnungen bei Mehltau (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici*, *hordei* und *secalis* Marchal) und Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth). Arch. Phytopathol. Pfl.-Schutz, 19, 1983, s. 239-246.
- LEKEŠ, J.: Výchozí odrůdy jarního ječmene, vhodné ke šlechtění na odolnost proti padlí obilnímu (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal). Přírodov. Čas. slezský, 21, 1960, s. 449-464.
- LEKEŠ, J. a kol.: Pěstujeme obilniny v ČSR. Praha, SZN 1973.
- POLÁK, V.: Metodika vyšlechtění jarního sladovnického ječmene Jantar. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 4, 1968, č. 2, s. 165-166.
- VLACH, M. — BRÜCKNER, F.: Výzkum světových sortimentů pšenice proti některým houbovým chorobám. In: Sbor. věd. Pr. celost. Konf. Genetické zdroje v šlechtění rostlin. Praha 1974, s. 499-514.

Došlo dne 27. 10. 1987

ДРАЙСАЙТЛ, А. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт зерновых культур, Кромержиж): Устойчивость чехословацких сортов ячменя ярового к мучнистой росе (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 57-64.

Определили реакцию 38 чсл. сортов ярового ячменя, апробированных с 1950 г., к коллекции патотипов мучнистой росы. Результаты сравнивали с данными литературы. Испытанные сорта содержали 9 установленных генов устойчивости к росе [*Мl-g*, *Мl-a1*, *Мl-a6*, *Мl-a7*, *Мl-a9*, *Мl-a12*, *Мl-a13*, *Мl-La*, *Мl-(1192)*]. Первым устойчивым стал сорт 'Меркур' с *Мl-g*, апробированный в 1964 г. Последним по устойчивости был сорт 'Гана' (1973). Подчеркивается потребность в поиске новых и реализации уже разработанных устойчивостей в новых сортах.

ячмень яровой; чсл. сорта; устойчивость; мучнистая роса

DREISEITL, A. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Cereal Growing, Kroměříž): The Resistance of Czechoslovak Spring Barley Varieties to Powdery Mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 57-64.

Thirty-eight Czechoslovak spring barley varieties, released since 1950, were tested for their reaction to a collection of powdery mildew pathotypes. The results were compared with literary data. The test varieties contain nine identified genes of resistance to powdery mildew, including *Мl-g*, *Мl-a1*, *Мl-a6*, *Мl-a7*, *Мl-a9*, *Мl-a12*, *Мl-a13*, *Мl-La*, *Мl-(1192)*. The first variety to possess resistance to powdery mildew was 'Merkur', with the *Мl-g* resistance gene, which was released in 1964. The last variety having no resistance to powdery mildew was 'Hana', released in 1973. Emphasis is laid on the need to seek new resistances and full use of existing resistances in new varieties.

spring barley; Czechoslovak varieties; resistance; powdery mildew

DREISEITL, A. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Getreidebau, Kroměříž): Resistenz tschechoslowakischer Sommergerstensorten gegen Getreidemehltau (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 57-64.

Ermittelt wurde die Reaktion von 38 tschechoslowakischen, seit 1950 zugelassenen Sommergerstensorten gegenüber einer Kollektion von Getreidemehltaupathotypen. Die festgestellten Ergebnisse wurden mit Literaturangaben verglichen. Die getesteten Sorten enthalten insgesamt neun identifizierte Resistenzgene gegen Getreidemehltau [*Мl-g*, *Мl-a1*, *Мl-a6*, *Мl-a7*, *Мl-a9*, *Мl-a12*, *Мl-a13*, *Мl-La*, *Мl-(1192)*]. Die erste Sorte mit Resistenz gegen Getreidemehltau war die Sorte 'Merkur' mit *Мl-g*-Resistenz, zugelassen im Jahr 1964. Die letzte Sorte ohne Resistenz gegen dieses Pathogen war die 1973 zugelassene Sorte 'Hana'. Es wird die Notwendigkeit einer Erschließung neuer und der Realisierung bereits in Bearbeitung befindlicher Resistenzen in neuen Sorten betont.

Sommergerste; tschechoslowakische Sorten; Resistenz; Getreidemehltau

---

Adresa autora:

Ing. Antonín Dreiseitl, CSc., OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

---

# VÝBĚR KMENŮ VOJTĚŠKY SETĚ (*MEDICAGO SATIVA* L.) SE ZVÝŠENOU ODOLNOSTÍ VŮČI VIRU MOZAIKY VOJTĚŠKY

R. Pokorný

---

POKORNÝ, R. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav píceňářský, Troubsko u Brna): *Výběr kmenů vojtěšky seté (Medicago sativa L.) se zvýšenou odolností vůči viru mozaiky vojtěšky*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 65-70.

Ve skleníkových podmínkách jsme testovali odolnost generativního potomstva genotypů vojtěšky vůči mechanické inokulaci virem mozaiky vojtěšky. V roce 1985 bylo testováno na odolnost 42 a v roce 1986 38 kmenů vojtěšky. V obou letech se při hodnocení jednotlivých kmenů projevila vysoká variabilita odolnosti vůči viru mozaiky vojtěšky mezi jednotlivými kmeny. Na základě těchto testů byly vybrány pro další šlechtění na odolnost v roce 1985 čtyři genotypy, tj. 9,5 % z celkového počtu testovaných genotypů a v roce 1986 šest genotypů, tj. 15,8 %.

vojtěška; alfalfa mosaic virus; odolnost

---

Virus mozaiky vojtěšky (alfalfa mosaic virus — AMV) je nejrozšířenějším virovým patogenem vojtěšky, který způsobuje ztráty zelené hmoty a také významně snižuje výnos semene (H e m m a t i, M c L e a n, 1977; T u, H o l m e s, 1980; S m r ž, N e d b á l k o v á, 1981; B a i l l i s s, O l l e n n u, 1986). Hlavním způsobem ochrany rostlin proti virovým chorobám je šlechtění na odolnost. V současné době se při šlechtění vojtěšky využívá metod vytváření syntetických populací (R o d, V o n d r á č e k, 1982). Při těchto postupech je důležitý správný výběr komponent syntetické populace. Proto jsme se v naší práci zaměřili na výběr genotypů (kmenových matek) odolných k AMV testováním jejich generativního potomstva (kmenů).

## MATERIÁL A METODY

Do testů odolnosti kmenů vojtěšky vůči AMV byly zahrnuty výběry ze dvou školek kmenových matek. V roce 1985 bylo testováno na odolnost 42 kmenů vojtěšky a v roce 1986 38 kmenů vojtěšky, každý kmen byl zastoupen 20 jedinci. Semenačky byly pěstovány po pěti v propažené zemině v kořenáčích 10 X 10 cm umístěných v hmyzuprostém skleníku. Ve stadiu dvou až tří trojlístků jsme jednotlivé rostlinky vojtěšky poprášili karborundovým práškem (600 mesh) a mechanicky inokulovali molitanovou hubkou namočenou v inokulu AMV vždy dva nejmladší listy. Virus byl udržován ve vojtěšce a inokulum bylo připraveno podle metody, kterou navrhli M u s i l et al. (1972). Měsíc po inokulaci jsme kontrolovali zdravotní stav každé rostliny biologickým testem na fazolu odrůdy 'Bountiful' (S m r ž, 1978). Štáva z každého vzorku byla inokulována na dva listy fazolu. Podle procenta infekčních vzorků a průměrného počtu zjištěných lézí na jeden list fazolu jsme jednotlivé kmeny zařadili do stupňů odolnosti.

| Stupeň | Procento infikované AMV | Léze/list fazolu | Vnímavost — odolnost                |
|--------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1      | 10                      | 0,5              | nevnímavé, odolné                   |
| 2      | 10— 25                  | 0,5— 5,0         | slabě vnímavé, středně odolné       |
| 3      | 25— 50                  | 5,0—10,0         | středně vnímavé, slabě odolné       |
| 4      | 50— 80                  | 10,0—40,0        | silně vnímavé, náchylné             |
| 5      | 80—100                  | 40,0—            | velmi silně vnímavé, silně náchylné |

Současně s testováním jednotlivých kmenů ve skleníkových podmínkách byly hodnoceny biologickým testem kmenové matky pěstované v individuální výsadbě na poli z hlediska výskytu AMV.

V jednotlivých letech jsme kmeny mezi sebou statisticky porovnali metodou konfidenčních intervalů, a to jak z hlediska procenta infikovaných rostlin, tak z hlediska počtu lézí na list.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Hodnocení rezistence kmenů vojtěšky k AMV ve skleníkových podmínkách po mechanické inokulaci virem bylo provedeno na základě biologického testu na fazolu odrůdy 'Bountiful', protože příznaky napadení vojtěšky virem v obou letech byly často maskovány, pouze na několika rostlinách se objevila mírná a málo zřetelná mozaika. Nepozorovali jsme také hypersenzitivní reakci na mechanicky inokulovaných listech vojtěšky jak uvádějí Pesic a Hiruki (1985), a také žádné habituální změny rostlin vojtěšky.

V roce 1985 se při hodnocení rezistence 42 kmenů vojtěšky k AMV projevila vysoká variabilita mezi jednotlivými kmeny (tab. I). Napadení kmenů vojtěšky se pohybovalo od 0 % (kmen 3/7) do 68 % (kmeny 1/9 a 1/20). Intenzita napadení vyjádřená průměrným počtem lézí na jeden list fazolu byla nejmenší u kmene 3/7 (žádná léze na list fazolu) a nejvyšší u kmene 3/20 (28 lézí na list fazolu). Současně se skleníkovými testy byl proveden test na výskyt AMV u některých kmenových matek pěstovaných ve školce. Všechny kmenové matky nemohly být do testů zahrnuty, protože některé byly již dříve odstraněny z důvodů nízkých výnosů nebo napadení jinými chorobami (papilositá, cévní vadnutí). Z 27 kmenových matek testovaných na fazolu odrůdy 'Bountiful' bylo napadeno 18, tj. 66,7 % (tab. I).

V roce 1986 bylo do testů rezistence k AMV zahrnuto 38 kmenů vojtěšky. I v tomto souboru se projevila vysoká variabilita mezi jednotlivými kmeny (tab. II), napadení se pohybovalo od 10 % (kmen 7/26) do 95 % (kmeny 1/26 a 4/21). Kmeny vojtěšky se také lišily v intenzitě napadení, která se pohybovala od 0,6 lézí na list fazolu (kmen 7/26) do 42,7 (kmen 1/26). Z 35 ve školce individuálně pěstovaných kmenových matek bylo biologickým testem na fazolu prokázáno napadení AMV u devíti rostlin, tj. 25,7 % (tab. II).

Šlechtění vojtěšky na odolnost k AMV je nutné, neboť k významným ztrátám na výnosu zelené hmoty (až 23 %) dochází i při bezsymptomatickém napadení (Bailliss, Ollennu, 1986). Jak uvádějí Rod, Vondráček (1982), při výběru komponent pro syntetické populace se musí klást důraz na odolnost proti chorobám a škůdcům. Z našich pokusů vyplývá, že pouhé hodnocení fenotypu kmenových matek z hlediska výskytu viru nestačí a musí být doplněno hodnocením genotypu. Jak

I. Odolnost kmenů vojtěšky vůči viru mozaiky vojtěšky v roce 1985 — The resistance of lucerne strains to alfalfa mosaic virus in 1985

| Kmen | Při-<br>rozená<br>infekce<br>kme-<br>nových<br>matek | Umělá infekce<br>generativního<br>potomstva |                   | Odolnost |   | Kmen                                                                                                                         | Při-<br>rozená<br>infekce<br>kme-<br>nových<br>matek | Umělá infekce<br>generativního<br>potomstva |                   | Odolnost |   |
|------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------|---|
|      |                                                      | o<br>o<br>infiko-<br>vaných                 | léze/<br>/list    | a        | b |                                                                                                                              |                                                      | o<br>o<br>infiko-<br>vaných                 | léze/<br>/list    | a        | b |
| 1/9  | +                                                    | 68                                          | 14,4              | 4        | 4 | 4/5                                                                                                                          | +                                                    | 45                                          | 15,1              | 3        | 4 |
| 1/11 | —                                                    | 21 <sup>+</sup>                             | 7,1               | 2        | 3 | 4/11                                                                                                                         | +                                                    | 25                                          | 3,6 <sup>++</sup> | 3        | 2 |
| 1/12 | ○                                                    | 20 <sup>+</sup>                             | 6,2               | 2        | 3 | 4/17                                                                                                                         | +                                                    | 30                                          | 11,2              | 3        | 4 |
| 1/15 | +                                                    | 45                                          | 10,8              | 3        | 4 | 6/6                                                                                                                          | +                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 5,4               | 2        | 3 |
| 1/16 | ○                                                    | 5 <sup>++</sup>                             | 3,7 <sup>++</sup> | 1        | 2 | 7/1                                                                                                                          | —                                                    | 10 <sup>++</sup>                            | 2,1 <sup>++</sup> | 1        | 2 |
| 1/17 | +                                                    | 20 <sup>+</sup>                             | 0,6 <sup>+</sup>  | 2        | 2 | 7/3                                                                                                                          | +                                                    | 55                                          | 25,5              | 4        | 4 |
| 1/18 | ○                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 2,7 <sup>++</sup> | 2        | 2 | 7/6                                                                                                                          | +                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 1,0 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 1/20 | ○                                                    | 68                                          | 16,7              | 4        | 4 | 7/7                                                                                                                          | ○                                                    | 53                                          | 14,7              | 4        | 4 |
| 2/1  | ○                                                    | 35                                          | 3,3 <sup>++</sup> | 3        | 2 | 8/1                                                                                                                          | ○                                                    | 20 <sup>+</sup>                             | 6,9               | 2        | 3 |
| 2/4  | +                                                    | 28                                          | 0,8 <sup>++</sup> | 3        | 2 | 8/3                                                                                                                          | +                                                    | 40                                          | 5,2 <sup>+</sup>  | 3        | 3 |
| 2/9  | +                                                    | 25                                          | 5,5               | 2        | 3 | 8/8                                                                                                                          | +                                                    | 35                                          | 20,0              | 3        | 4 |
| 2/13 | +                                                    | 5 <sup>++</sup>                             | 0,1 <sup>++</sup> | 1        | 1 | 8/13                                                                                                                         | ○                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 8,7               | 2        | 3 |
| 2/16 | —                                                    | 10 <sup>++</sup>                            | 1,7 <sup>++</sup> | 1        | 2 | 8/18                                                                                                                         | +                                                    | 10 <sup>++</sup>                            | 0,1 <sup>++</sup> | 1        | 1 |
| 2/18 | —                                                    | 30                                          | 3,7 <sup>++</sup> | 3        | 2 | 9/1                                                                                                                          | ○                                                    | 35                                          | 12,4              | 3        | 4 |
| 2/19 | —                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 1,5 <sup>++</sup> | 2        | 2 | 9/2                                                                                                                          | ○                                                    | 25                                          | 6,1               | 2        | 3 |
| 2/20 | ○                                                    | 25                                          | 3,3 <sup>++</sup> | 2        | 2 | 9/4                                                                                                                          | ○                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 0,9 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 3/1  | ○                                                    | 5 <sup>++</sup>                             | 3,7 <sup>++</sup> | 1        | 2 | 10/3                                                                                                                         | ○                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 1,7 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 3/4  | +                                                    | 11 <sup>++</sup>                            | 0,3 <sup>++</sup> | 2        | 1 | 10/4                                                                                                                         | —                                                    | 50                                          | 8,7               | 3        | 3 |
| 3/7  | —                                                    | 0 <sup>++</sup>                             | 0,0 <sup>++</sup> | 1        | 1 | Konfidenční interval:<br>+ P = 0,05      21,72 — 5,28 —<br>—33,00 — 9,84<br>++ P = 0,01      19,83 — 4,51 —<br>—34,89 —10,61 |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 3/8  | —                                                    | 55                                          | 18,1              | 4        | 4 |                                                                                                                              |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 3/13 | —                                                    | 20 <sup>+</sup>                             | 9,3               | 2        | 3 |                                                                                                                              |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 3/19 | +                                                    | 35                                          | 22,4              | 3        | 4 |                                                                                                                              |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 3/20 | ○                                                    | 65                                          | 28,0              | 4        | 4 |                                                                                                                              |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 4/2  | +                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 4,2 <sup>++</sup> | 2        | 2 |                                                                                                                              |                                                      |                                             |                   |          |   |



II. Odolnost kmenů vojtěšky vůči viru mozaiky vojtěšky v roce 1986 — Resistance of lucerne strains to alfalfa mosaic virus in 1986

| Kmen  | Při-<br>rozená<br>infekce<br>kme-<br>nových<br>matek | Umělá infekce<br>generativního<br>potomstva |                   | Odolnost |   | Kmen                                                                                                                             | Při-<br>rozená<br>infekce<br>kme-<br>nových<br>matek | Umělá infekce<br>generativního<br>potomstva |                   | Odolnost |   |
|-------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------|---|
|       |                                                      | %<br>infiko-<br>vaných                      | léze/<br>/list    | a        | b |                                                                                                                                  |                                                      | %<br>infiko-<br>vaných                      | léze/<br>/list    | a        | b |
| 1/24  | —                                                    | 79                                          | 36,8              | 4        | 4 | 12/7                                                                                                                             | —                                                    | 63                                          | 3,0 <sup>++</sup> | 4        | 2 |
| 1/26  | —                                                    | 95                                          | 42,7              | 5        | 5 | 12/8                                                                                                                             | +                                                    | 50                                          | 2,2 <sup>++</sup> | 3        | 2 |
| 1/30  | +                                                    | 89                                          | 15,0              | 5        | 4 | 12/11                                                                                                                            | —                                                    | 35 <sup>++</sup>                            | 0,8 <sup>++</sup> | 3        | 2 |
| 1/31  | +                                                    | 90                                          | 15,3              | 5        | 4 | 12/16                                                                                                                            | —                                                    | 25 <sup>++</sup>                            | 0,8 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 3/27  | +                                                    | 53                                          | 2,1 <sup>++</sup> | 4        | 2 | 12/17                                                                                                                            | —                                                    | 40 <sup>++</sup>                            | 2,6 <sup>++</sup> | 3        | 2 |
| 3/29  | —                                                    | 60                                          | 5,4               | 4        | 3 | 12/18                                                                                                                            | ○                                                    | 50                                          | 3,4 <sup>++</sup> | 3        | 2 |
| 3/30  | —                                                    | 80                                          | 8,5               | 4        | 3 | 13/3                                                                                                                             | —                                                    | 25 <sup>++</sup>                            | 0,8 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 3/38  | —                                                    | 50                                          | 4,2 <sup>+</sup>  | 3        | 2 | 13/7                                                                                                                             | —                                                    | 15 <sup>++</sup>                            | 1,0 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 4/21  | —                                                    | 95                                          | 23,1              | 5        | 4 | 13/18                                                                                                                            | ○                                                    | 60                                          | 11,5              | 4        | 4 |
| 4/20  | —                                                    | 90                                          | 30,7              | 5        | 4 | 13/20                                                                                                                            | ○                                                    | 20 <sup>++</sup>                            | 3,9 <sup>+</sup>  | 2        | 2 |
| 4/35  | —                                                    | 25 <sup>++</sup>                            | 2,1 <sup>++</sup> | 2        | 2 | 14/1                                                                                                                             | —                                                    | 20 <sup>++</sup>                            | 1,0 <sup>++</sup> | 2        | 2 |
| 7/21  | +                                                    | 75                                          | 5,7               | 4        | 3 | 14/14                                                                                                                            | —                                                    | 35 <sup>++</sup>                            | 2,5 <sup>++</sup> | 3        | 2 |
| 7/22  | —                                                    | 37 <sup>++</sup>                            | 1,5 <sup>++</sup> | 3        | 2 | 15/1                                                                                                                             | —                                                    | 40 <sup>++</sup>                            | 4,6 <sup>+</sup>  | 3        | 2 |
| 7/26  | —                                                    | 10 <sup>++</sup>                            | 0,6 <sup>++</sup> | 1        | 2 | 15/2                                                                                                                             | —                                                    | 55                                          | 8,1               | 4        | 3 |
| 7/34  | +                                                    | 20 <sup>++</sup>                            | 1,3 <sup>++</sup> | 2        | 2 | 15/4                                                                                                                             | —                                                    | 60                                          | 12,2              | 4        | 4 |
| 7/35  | +                                                    | 25 <sup>++</sup>                            | 6,9               | 2        | 3 | 15/20                                                                                                                            | —                                                    | 45                                          | 15,8              | 3        | 4 |
| 9/8   | —                                                    | 53                                          | 1,1 <sup>++</sup> | 4        | 2 | Konfidenční interval:<br>+ P = 0,05      44,62 — 4,62 —<br>— 60,70 — 11,24<br>++ P = 0,01      41,91 — 3,50 —<br>— 63,41 — 12,36 |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 9/11  | +                                                    | 50                                          | 2,9 <sup>++</sup> | 3        | 3 |                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 9/21  | —                                                    | 65                                          | 10,6              | 4        | 4 |                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 9/23  | —                                                    | 78                                          | 3,4 <sup>++</sup> | 4        | 2 |                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 11/1  | —                                                    | 65                                          | 2,0 <sup>++</sup> | 4        | 2 |                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                   |          |   |
| 11/14 | +                                                    | 79                                          | 5,1               | 4        | 3 |                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                   |          |   |

k AMV mohou být vybrány ty genotypy, které v porostu nebyly napadeny a jejichž generativní potomstvo dosáhlo stupně odolnosti 1 a 2. Ze souboru 42 genotypů vojtěšky v roce 1985 byly tímto způsobem vybrány čtyři genotypy, tj. 9,5 % (2/16, 3/1, 3/7, 7/1) a v roce 1986 z 38 testovaných genotypů šest, tj. 15,8 % (4/35, 7/26, 12/16, 13/3, 13/7, 14/1). V dalším výzkumu bude nutné se zaměřit na zjištění způsobu dědění odolnosti vojtěšky k různým izolátům AMV, protože této otázce bylo věnováno pouze několik prací [Crill et al., 1971; Chloupek, Fikesová, 1984] a je dosud málo prozkoumaná.

## Literatura

- BAILLISS, K. W. — OLLENNU, L. A. A.: Effect of alfalfa mosaic virus isolates on forage yield of lucerne (*Medicago sativa*) in Britain. *Pl. Path.*, 35, 1986, č. 2, s. 162-168.
- CRILL, O. — HANSON, E. W. — HAGEDORN, D. J.: Resistance and tolerance to alfalfa mosaic virus in alfalfa. *Phytopathology*, 61, 1971, č. 4, s. 369-371.
- HEMMATI, K. — MC LEAN, D. C.: Gamete seed transmission of alfalfa mosaic virus and its effect on seed germination and yield in alfalfa plants. *Phytopathology*, 67, 1977, č. 5, s. 576-579.
- CHLOUPEK, O. — FIKESOVÁ, E.: Genetika rezistence a škodlivost některých chorob a škůdců vojtěšky. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 20, 1984, č. 4, s. 335-342.
- MUSIL, M. — GALLO, J. — BLÁŠKOVICOVÁ, H.: Detekce viru mozaiky vojtěšky a eliminace inhibičních látek ve šťávě vojtěšky při přenosu na fazol. Sbor. ÚVTIZ - Ochr. Rostl., 8, 1972, č. 3, s. 181-188.
- PESIC, Z. — HIRUKI, C.: Hypersensitive reaction in alfalfa clones caused by alfalfa mosaic virus. *Phytopathology*, 75, 1985, č. 11, s. 1311 (Abstr.).
- ROD, J. — VONDRÁČEK, J.: Tvorba syntetických odrůd jako jedna z cest progresivního šlechtění píce. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 18, 1982, č. 4, s. I-XVI (Příloha).
- SMRŽ, J.: Využití fazolu cv. Bountiful k sériovému zjišťování AMV ve šťávě vojtěšky. In: Sbor. věd. Pr. VII. čs. Konf. Ochr. Rostl., 1978, s. 91.
- SMRŽ, J. — NEDBÁLKOVÁ, B.: Lucerne yield reduction in relation to external symptoms of lucerne mosaic virus (AMV) infection. *Plant Virology. Proc. 9th Conf. Czechoslov. Pl. Virol.*, 1981, s. 165-168.
- TU, J. C. — HOLMES, T. M.: Effect of alfalfa mosaic virus infection on nodulation, forage yield, forage protein and overwintering of alfalfa. *Phytopath. Z.*, 97, 1980, s. 1-9.

Došlo dne 30. 10. 1987

ПОКОРНЫ, Р. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт кормоводства, Трубско-у-Брно): Отбор штаммов люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) с повышенной устойчивостью к вирусу мозаики люцерны. *Genet. a Šlecht.*, 25, 1989 (1) : 65-70.

В парниковых условиях тестировали устойчивость генеративного потомства генотипов люцерны к механической инокулировке вирусом мозаики люцерны. В 1985 г. на устойчивость отестированы 42, а в 1986 г. 38 штаммов, все они показали значительную изменчивость в устойчивости к вирусу мозаики между штаммами. На основе этих тестов для дальнейшей селекции отобрали в 1985 г. 4 генотипа, т. е. 9,5 % от общего количества отестированных, а в 1986 г. — 6 генотипов, т. е. 15,8 %.

люцерна; альфаальфа мозаик вирус; устойчивость

POKORNÝ, R. (OSEVA — Research and Breeding Institute for Fodder Crops, Troubsko u Brna): *Selection of the Strains of Lucerne (Medicago sativa L.) with Increased Resistance to Alfalfa Mosaic Virus*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 65-70.

The resistance of generative progenies of lucerne genotypes to mechanical inoculation with alfalfa mosaic virus was tested under greenhouse conditions. Forty-two strains were tested for resistance in 1985 and thirty-eight in 1986. In both years high variability of resistance to alfalfa mosaic virus was recorded in the given strains. On the basis of these tests, four genotypes, i. e. 9.5 % of the total number, were chosen for further breeding for resistance in 1985, and six genotypes, i. e. 15.8 %, were chosen in 1986.

lucerne; alfalfa mosaic virus; resistance

POKORNÝ, R. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Futterpflanzenbau, Troubsko u Brna): *Selektion von Luzernestämmen (Medicago sativa L.) mit erhöhter Resistenz gegen das Luzernemosaikvirus*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 65-70.

Unter Gewächshausbedingungen testeten wir die Resistenz generativer Nachkommen von Luzernegenotypen gegen mechanische Inokulation durch das Luzernemosaikvirus. Im Jahr 1985 wurden 42 und 1986 38 Luzernestämme auf Resistenz getestet. In beiden Jahren kam bei der Auswertung der einzelnen Stämme eine hohe Variabilität der Resistenz gegen das Luzernemosaikvirus bei den einzelnen Stämmen zutage. Anhand dieser Tests wurden zur weiteren Züchtung auf Resistenz im Jahr 1985 vier Genotypen, d. h. 9,5 % der Gesamtzahl der getesteten Genotypen und 1986 sechs Genotypen, d. h. 15,8 %, ausgewählt.

Luzerne; Luzernemosaikvirus; Resistenz

---

Adresa autora:

Ing. Radovan Pokorný, OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav pícninářský,  
664 41 Troubsko u Brna

---

# MĚŘENÍ PEVNOSTI LODYHY U HRACHU

P. Hofírek

---

HOFÍREK, P. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav technických plodin a luskovin, Šumperk-Temenice, pracoviště Uherský Ostroh): *Měření pevnosti lodyhy u hrachu*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 71-78.

Na základě tří odrůdových pokusů byla charakterizována řada odrůd a novošlechtění hrachu z hlediska znaků majících vliv na odolnost vůči poléhání. Hlavní pozornost byla při práci zaměřena na zjišťování odolnosti lodyhy vůči zlomu (u pátého a desátého internodia). Pro měření bylo vyrobeno vlastní jednoduché zařízení, které umožnilo rychlé měření a získání dostatečně přesných údajů. Byla vyhodnocena variabilita tohoto znaku u čtyř morfologicky odlišných odrůd hrachu a u dvou souborů odrůd po dvaceti genotypech. Dále byla prokázána statisticky významná kladná korelace mezi průměrem lodyhy a odolností lodyhy vůči zlomu. Důležitým poznatkem je i to, že při vyšší hmotnosti vyvinutých semen na rostlině byla naměřena vyšší odolnost rostlin vůči zlomu. U agrotechnického pokusu založeného s pěti odrůdami a s třemi výsevky byly analýzou rozptylu zjištěny signifikantní rozdíly mezi odrůdami (z hlediska odolnosti lodyhy vůči zlomu), vliv výsevního množství nebyl statisticky významný.

hrách; odolnost vůči poléhání; pevnost lodyhy

---

Poíhávost hrachu je jednou z hlavních příčin obtížnosti jeho sklizně a vysokých sklizňových ztrát v pěstitelské praxi. Mezi faktory, které mohou výrazně ovlivnit odolnost proti poléhání, patří i pevnost lodyhy.

Bořil (1978) je toho názoru, že ideální typ rostliny hrachu setého, vytvářený v příštích letech, by měl mít jako jeden z cílových ukazatelů nepolíhávost, charakterizovanou středně silnou lodyhou zpevněnou tvrdšími pletivy hlavně ve spodní polovině. Rovněž Š a f r á n e k (1978) považuje odolnost proti poléhání za základní intenzifikační faktor pro pěstování a sklizeň hrachu. P a v e l k o v á (1978) konstatuje, že i když u nízkých a intermediálních typů hrachu došlo k relativnímu zpevnění lodyhy, nedocílilo se ještě takové úrovně nepolíhávosti, která by zabránila polehnutí porostu v době dozrávání.

Ve své práci zaměřené k metodice výběru hrachu na odolnost k poléhání doporučuje S a m a r i n (1975) pro zmenšení objemu prací při biometrickém měření délky a tloušťky internodií omezit se jen na měření pátého internodia a při hromadných výběrech měřit jen tloušťku pátého internodia.

Cíl naší práce byl zaměřen na zjištění pevnosti lodyhy hrachu a na testování vlivu odrůdy a vlivu hustoty porostu na hodnoty tohoto znaku.

## MATERIÁL A METODY

Pokusy byly každoročně zakládány v Uherském Ostrohu, který se nachází ve výrobním typu řepářském v nadmořské výšce 181 m.

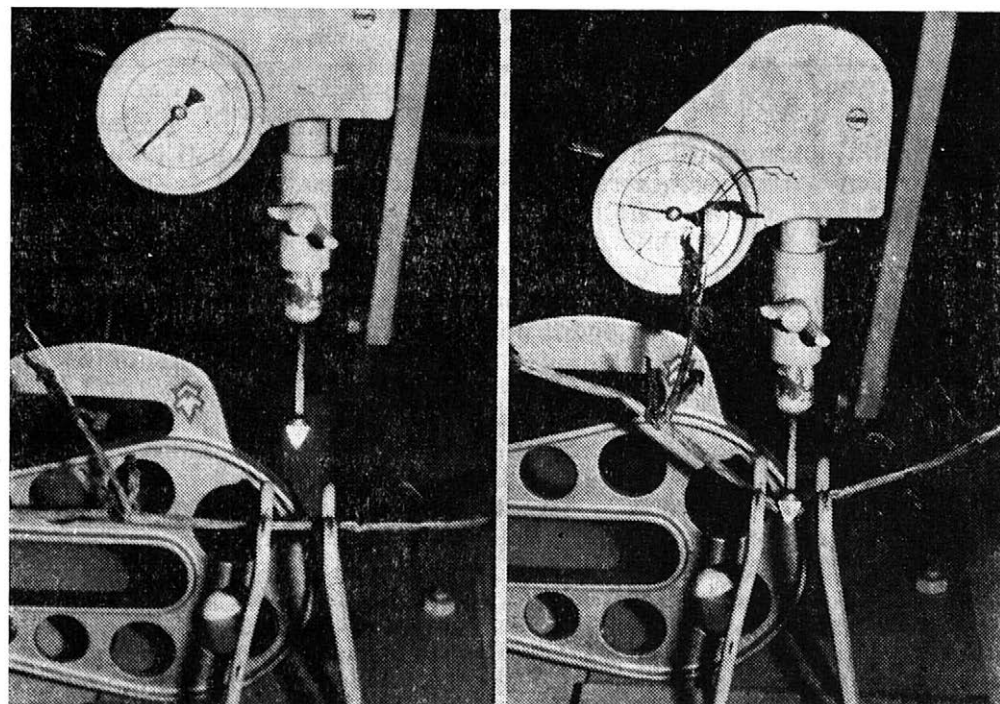
V roce 1980 bylo hodnoceno 20 odrůd hrachu v pokuse bez opakování. Ke zkoušení byly vybrány morfologicky značně rozdílné odrůdy ('Orion', 'Aurália', 'Dukát', 'Smaragd', 'Finale', 'Jupiter', 'Proteus', 'Dalibor', 'Borek', 'Dik Trom', 'Wassata', 'Kombajnovyj 594', nšl. DE-104, nšl. DE-267, 'Ruga', nšl. LU-28, nšl. bezúponkový HXP a 'Rosakrone'). U každé odrůdy bylo vyseto osm řádků 2,5 m dlouhých, rozteč řádků byla 25 cm, přičemž na každý řádek bylo vyseto 50 semen. Pro rozboru rostlin byly ze středů parcellek odebrány vzorky po 30 rostlinách. Obdobným způsobem bylo v roce 1982 hodnoceno dalších 20 genotypů ('Hamil', 'Mihan', 'OBC-817', 'Dik Trom', 'Bodil', 'Jupiter', 'Bohatýr', nšl. DE-104, 'Popul. Zeland', nšl. CH 373/81 a 10 nšl. ze Šlechtitelské stanice v Lužanech).

Do odrůdového pokusu založeného v roce 1981 ve čtyřech opakováních bylo vybráno 13 odrůd. Pokus byl založen metodou náhodných bloků, velikost jednotlivých parcellek byla opět obdobná.

Agrotechnický pokus s pěti odrůdami a s třemi různými výsevky byl založen v roce 1980. Patnáct variant pokusu bylo vyseto metodou náhodných bloků ve čtyřech opakováních. Velikost jednoho dílce byla 25 m<sup>2</sup>, k rozborům byly odbírány vzorky rostlin ze středu parcellek z plochy 1 m<sup>2</sup>. V práci jsou uvedeny výsledky zpracované ze dvou opakování pokusu.

Různorodé pokusy byly k hodnocení zvoleny záměrně, abychom i při náročnosti měření získali v krátké době co nejvíce informací a mohli tak upřesnit metodický postup při řešení dalších úkolů.

Aby bylo možné měřit pevnost lodyhy, bylo na pracovišti vyrobeno „Zařízení pro zjišťování odolnosti vůči zlomu u stébelnatých rostlin“ (obr. 1). Zařízení se skládá z podstavce, na kterém je pomocí rámu upevněn vlastní měřič a opěrný stojánek. Opěrný stojánek, který je nastavitelný na různou rozteč, umožňuje vyvinutí tlaku kovové hrany měřiče na hodnocenou rostlinu. Odpor rostliny vůči hraně se přenáší pomocí stlačené pružiny a pákového ústrojí na stupnici. V okamžiku zlomu rostliny zůstane ručička v poloze ukazující hodnotu zjištěného odporu.



1. Zjišťování odolnosti lodyhy hrachu vůči zlomu a) stav před měřením a b) stav po měření — Determination of the resistance of pea stem to breaking a) before measurement, b) after measurement.

I. Průměrné hodnoty, variabilita znaků a korelační koeficienty odolnosti lodyhy vůči zlomu u souborů odrůd hodnocených v roce 1980 a 1982 — The average values, variability of traits and coefficients of correlation for stem resistance to breaking in the sets of varieties evaluated in 1980 and 1982

| Znak                                | Odrůdy 1980         |                        | Odrůdy 1982         |                        | Korelační koeficienty —<br>— odolnost vůči zlomu |                     |                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                     | průměrné<br>hodnoty | variační<br>koeficient | průměrné<br>hodnoty | variační<br>koeficient | odrůdy 1980                                      |                     | odrůdy 1982         |                     |
|                                     |                     |                        |                     |                        | internodium                                      |                     |                     |                     |
|                                     |                     |                        |                     |                        | páté                                             | desáté              | páté                | desáté              |
| Délka rostliny [cm]                 | 59,4                | 49,1                   | 46,6                | 18,6                   | −0,47 <sup>++</sup>                              | −0,26               | 0,31                | 0,41 <sup>+</sup>   |
| Počet internodií                    | 15,7                | 15,8                   | 17,3                | 10,6                   | −0,59 <sup>+++</sup>                             | −0,39 <sup>+</sup>  | 0,43 <sup>+</sup>   | 0,50 <sup>++</sup>  |
| Průměrná délka internodií [mm]      | 36,6                | 32,6                   | 27,0                | 17,3                   | −0,27                                            | −0,07               | 0,06                | 0,13                |
| Průměr lodyhy [mm] — 5. internodium | 3,04                | 10,2                   | 3,02                | 8,5                    | 0,65 <sup>+++</sup>                              | 0,68 <sup>+++</sup> | 0,55 <sup>++</sup>  | 0,27                |
| — 10. internodium                   | 3,53                | 8,5                    | 3,57                | 10,4                   | 0,25                                             | 0,58 <sup>+++</sup> | 0,65 <sup>+++</sup> | 0,50 <sup>++</sup>  |
| Odolnost zlomu [g] — 5. internodium | 434                 | 20,1                   | 806                 | 21,0                   | 1,00                                             | 0,77 <sup>+++</sup> | 1,00                | 0,89 <sup>+++</sup> |
| — 10. internodium                   | 557                 | 14,8                   | 865                 | 19,2                   | 0,77 <sup>+++</sup>                              | 1,00                | 0,89 <sup>+++</sup> | 1,00                |
| Počet lusků na rostlině             | 4,7                 | 22,4                   | 8,0                 | 58,4                   | 0,34                                             | 0,34                | 0,06                | 0,12                |
| Počet semen na rostlině             | 18,9                | 22,6                   | 26,0                | 24,5                   | 0,23                                             | 0,18                | 0,29                | 0,11                |
| Hmotnost semen na rostlině [g]      | 3,48                | 34,5                   | 5,58                | 28,0                   | 0,36                                             | 0,37                | 0,38 <sup>+</sup>   | 0,42 <sup>+</sup>   |
| Počet semen v lusu                  | 4,07                | 15,6                   | 3,71                | 16,8                   | −0,17                                            | −0,25               | 0,30                | 0,03                |
| Hmotnost tisíce semen [g]           | 183                 | 26,2                   | 215                 | 18,9                   | 0,30                                             | 0,35                | 0,27                | 0,48 <sup>++</sup>  |

- + průkaznost koeficientu korelace na 10 % hladině významnosti  
<sup>++</sup> průkaznost koeficientu korelace na 5 % hladině významnosti  
<sup>+++</sup> průkaznost koeficientu korelace na 1 % hladině významnosti



II. Průměrné hodnoty, variabilita znaků o korelační koeficienty odolnosti lodyhy  
 variability of traits and coefficients of correlation for stem resistance to breaking

| Znak                                | Dukát                         |                                   |                                                   |                     | Šmaragd                       |                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                                     | prů-<br>měrné<br>hod-<br>noty | va-<br>riační<br>koe-<br>ficienty | korelační koeficienty<br>— odolnost vůči<br>zlomu |                     | prů-<br>měrné<br>hod-<br>noty | va-<br>riační<br>koe-<br>ficienty |
|                                     |                               |                                   | internodium                                       |                     |                               |                                   |
|                                     |                               |                                   | páté                                              | desáté              |                               |                                   |
| Délka rostliny [cm]                 | 55,7                          | 9,7                               | 0,53 <sup>+++</sup>                               | 0,68 <sup>+++</sup> | 52,9                          | 9,6                               |
| Počet internodií                    | 15,3                          | 9,4                               | 0,30                                              | 0,21                | 15,0                          | 10,4                              |
| Průměrná délka internodií [mm]      | 37,1                          | 10,0                              | 0,19                                              | 0,39 <sup>++</sup>  | 35,4                          | 8,6                               |
| Průměr lodyhy [mm] — 5. internodium | 2,98                          | 15,0                              | 0,37 <sup>++</sup>                                | 0,56 <sup>+++</sup> | 3,33                          | 15,1                              |
| — 10. internodium                   | 3,73                          | 18,0                              | 0,58 <sup>+++</sup>                               | 0,47 <sup>+++</sup> | 3,73                          | 20,2                              |
| Odolnost zlomu [g] — 5. internodium | 390                           | 30,6                              | 1,00                                              | 0,56 <sup>+++</sup> | 547                           | 30,8                              |
| 10. internodium                     | 594                           | 19,3                              | 0,56 <sup>+++</sup>                               | 1,00                | 697                           | 18,5                              |
| Počet lusků na rostlině             | 5,9                           | 31,2                              | 0,27                                              | 0,27                | 5,2                           | 33,2                              |
| Počet semen na rostlině             | 21,2                          | 32,6                              | 0,44 <sup>++</sup>                                | 0,51 <sup>+++</sup> | 18,6                          | 40,3                              |
| Hmotnost semen na rostlině [g]      | 4,20                          | 42,1                              | 0,47 <sup>+++</sup>                               | 0,61 <sup>+++</sup> | 4,52                          | 46,0                              |
| Počet semen v lusu                  | 3,65                          | 18,4                              | 0,35 <sup>+</sup>                                 | 0,36 <sup>++</sup>  | 3,49                          | 22,8                              |
| Hmotnost tisíce semen [g]           | 192                           | 15,0                              | 0,43 <sup>++</sup>                                | 0,57 <sup>+++</sup> | 237                           | 14,1                              |

<sup>+</sup> průkaznost koeficientu korelace na 10 % hladině významnosti

<sup>++</sup> průkaznost koeficientu korelace na 5 % hladině významnosti

<sup>+++</sup> průkaznost koeficientu korelace na 1 % hladině významnosti

Pomocí pákového tlačítka lze ručičku měřiče vrátit do nulové polohy a provádět další měření. Pohyb vlastního měřiče proti rostlině ve stojánku je řešen pomocí pákového převodu, návrat do původní polohy umožňuje tlačná pružina. Měření vyvinutým zařízením je velmi rychlé, přesnost měření je vyhovující.

## VÝSLEDKY

V roce 1980 byla variabilita odolnosti lodyhy vůči zlomu mezi 20 hodnocenými odrůdami výrazně menší než v délce rostlin, délce internodií a než v hmotnosti semen z rostliny. Průměr lodyh byl u zkoušených odrůd nejvyrovnanější znak. Poznoteček o průměru lodyhy byl potvrzen i v roce 1982 u souboru s odrůdami, které byly vyrovnanější v délce rostlin (tab. I).

Při hodnocení korelačních koeficientů mezi odolností vůči zlomu měřenou u pátého a desátého internodia a dalšími znaky je patrný vliv vybraných souborů odrůd. V obou letech byl zjištěn kladný, statisticky významný vztah tohoto znaku (odolnosti lodyhy vůči zlomu) mezi hodnotami zjištěnými u pátého a desátého internodia. Kladná korelace byla dále mezi průměrem lodyhy a odolností vůči zlomu při měřeních u pátého internodia i při měřeních u desátého internodia. Počet internodií byl v roce 1980 ve významné záporné korelaci s odolností lodyhy vůči zlo-

vůči zlomu u vybraných odrůd hodnocených v roce 1980 — The average values, in the varieties evaluated in 1980

| Smaragd                                           |                     | Wasata                        |                                   |                                                   |                     | nšl. bezúponkový              |                                   |                                                   |                     |
|---------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|
| korelační koeficienty<br>— odolnost vůči<br>zlomu |                     | prů-<br>měrné<br>hod-<br>noty | va-<br>riační<br>koe-<br>ficienty | korelační koeficienty<br>— odolnost vůči<br>zlomu |                     | prů-<br>měrné<br>hod-<br>noty | va-<br>riační<br>koe-<br>ficienty | korelační koeficienty<br>— odolnost vůči<br>zlomu |                     |
| internodium                                       |                     |                               |                                   | internodium                                       |                     |                               |                                   | internodium                                       |                     |
| páté                                              | desáté              |                               |                                   | páté                                              | desáté              |                               |                                   | páté                                              | desáté              |
| 0,42 <sup>++</sup>                                | 0,46 <sup>+++</sup> | 154,7                         | 10,2                              | 0,25                                              | 0,04                | 35,9                          | 12,8                              | 0,33 <sup>+</sup>                                 | 0,66 <sup>+++</sup> |
| 0,31 <sup>+</sup>                                 | —0,03               | 24,2                          | 9,9                               | 0,33 <sup>+</sup>                                 | —0,22               | 12,2                          | 17,3                              | 0,39 <sup>++</sup>                                | 0,66 <sup>+++</sup> |
| 0,10                                              | 0,56 <sup>+++</sup> | 64,0                          | 8,2                               | —0,07                                             | 0,33 <sup>+</sup>   | 29,8                          | 12,5                              | —0,26                                             | —0,24               |
| 0,37 <sup>++</sup>                                | 0,62 <sup>+++</sup> | 2,38                          | 24,8                              | 0,51 <sup>+++</sup>                               | 0,51 <sup>+++</sup> | 3,19                          | 12,7                              | 0,38 <sup>++</sup>                                | 0,23                |
| 0,60 <sup>+++</sup>                               | 0,42 <sup>++</sup>  | 3,24                          | 23,7                              | 0,63 <sup>+++</sup>                               | 0,62 <sup>+++</sup> | 2,65                          | 43,2                              | 0,51 <sup>+++</sup>                               | 0,71 <sup>+++</sup> |
| 1,00                                              | 0,49 <sup>+++</sup> | 194                           | 39,7                              | 1,00                                              | 0,45 <sup>++</sup>  | 605                           | 34,3                              | 1,00                                              | 0,57 <sup>+++</sup> |
| 0,49 <sup>+++</sup>                               | 1,00                | 363                           | 53,7                              | 0,45 <sup>++</sup>                                | 1,00                | 520                           | 49,1                              | 0,57 <sup>+++</sup>                               | 1,00                |
| 0,68 <sup>+++</sup>                               | 0,58 <sup>+++</sup> | 4,6                           | 50,0                              | 0,56 <sup>+++</sup>                               | 0,35 <sup>+</sup>   | 5,5                           | 31,0                              | 0,37 <sup>++</sup>                                | 0,35 <sup>+</sup>   |
| 0,73 <sup>+++</sup>                               | 0,64 <sup>+++</sup> | 16,9                          | 70,5                              | 0,60 <sup>+++</sup>                               | 0,37 <sup>++</sup>  | 21,5                          | 32,8                              | 0,40 <sup>++</sup>                                | 0,45 <sup>++</sup>  |
| 0,75 <sup>+++</sup>                               | 0,62 <sup>++</sup>  | 1,03                          | 91,7                              | 0,01                                              | 0,45 <sup>++</sup>  | 3,09                          | 37,0                              | 0,45 <sup>++</sup>                                | 0,58 <sup>+++</sup> |
| 0,34 <sup>+</sup>                                 | 0,43 <sup>++</sup>  | 3,48                          | 27,2                              | 0,34 <sup>+</sup>                                 | 0,19                | 3,91                          | 19,7                              | 0,14                                              | 0,36 <sup>++</sup>  |
| 0,49 <sup>+++</sup>                               | 0,28                | 53                            | 27,1                              | 0,31 <sup>+</sup>                                 | 0,03                | 144                           | 18,3                              | 0,24                                              | 0,44 <sup>++</sup>  |

mu, v roce 1982 naopak u odrůd s vyšším počtem internodií byla naměřena i větší pevnost lodyh.

Poznatky získané na základě hodnocení souborů odrůd nám umožňují pouze velmi hrubou orientaci v dané problematice. Mnohem důležitější je znát jaké jsou vztahy mezi znaky při výpočtech na základě hodnocení rostlin u jednotlivých odrůd a jaká je variabilita znaků při tomto způsobu hodnocení. Výsledky zjištěné u čtyř vybraných odrůd ('Dukát', 'Smaragd', 'Wasata' a nšl. bezúponkový) jsou uvedeny v tab. II.

Vypočtené hodnoty ukazují, že variabilita znaku odolnost lodyhy vůči zlomu je u všech čtyř odrůd poměrně vysoká. Při měření pátého internodia činil variační koeficient 30,6—39,7 %, při měření desátého internodia 18,5—53,7 %. U všech čtyř odrůd byla zjištěna značně menší variabilita u znaků: délka rostliny, počet internodií a průměrná délka internodií.

Korelační vztahy u odolnosti lodyhy vůči zlomu u těchto odrůd ukazují na statisticky významný kladný vztah s průměrem lodyhy a s počtem semen na rostlině. Důležitým poznatkem je i to, že při vyšší hmotnosti vyvinutých semen na rostlině byla naměřena vyšší odolnost rostliny vůči zlomu.

Výsledky dosažené u 13 odrůd hrachu zařazených do odrůdového pokusu založeného ve čtyřech opakováních jsou uvedeny v tab. III. Analýzou rozptylu byly prokázány statisticky vysoce významné rozdíly mezi hodnocenými odrůdami při měření odolnosti lodyhy vůči zlomu u 5. i 10. internodia (tab. III). V obou případech byl vliv opakování nevýznamný.

III. Odrůdový pokus v roce 1981: odolnost lodyhy vůči zlomu v g a analýza rozptylu — A variety trial performed in 1981: stem resistance to breaking in g and analysis of variance

| Odrůda           | Odolnost lodyhy vůči zlomu [g] |        |
|------------------|--------------------------------|--------|
|                  | internodium                    |        |
|                  | páté                           | desáté |
| Orion            | 612                            | 714    |
| Aurália          | 694                            | 662    |
| Dukát            | 444                            | 498    |
| Smaragd          | 687                            | 744    |
| Meteor           | 473                            | 562    |
| Proteus          | 608                            | 571    |
| Dik Trom         | 650                            | 640    |
| Wasata           | 313                            | 405    |
| Kombajnovyj 584  | 635                            | 690    |
| DE 267           | 532                            | 562    |
| Ruga             | 672                            | 724    |
| nšl. Lu-28       | 750                            | 715    |
| nšl. bezúponkový | 1080                           | 960    |
| Průměr           | 627                            | 650    |

| Vypočtené F hodnoty                                 |              |                                |               |
|-----------------------------------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|
| Zdroj variability                                   |              | Odolnost lodyhy vůči zlomu [g] |               |
|                                                     |              | internodium                    |               |
|                                                     |              | páté                           | desáté        |
| Opakování                                           | $F$<br>$P a$ | 1,717<br>—                     | 2,681<br>—    |
| Odrůdy                                              | $F$<br>$P a$ | 22,948<br>+++                  | 11,565<br>+++ |
| Tukeyova T-metoda<br>Minimální kontrasty pro odrůdy |              |                                |               |
| $D_T$                                               | 0,10         | 174                            | 185           |
|                                                     | 0,05         | 190                            | 202           |
|                                                     | 0,01         | 224                            | 238           |
|                                                     | 0,005        | 237                            | 252           |
|                                                     | 0,001        | 268                            | 285           |

+++ =  $P a \leq 0,001$

— =  $P a > 0,05$

IV. Agrotechnický pokus — průměrné hodnoty odolnosti lodyhy vůči zlomu v g a analýza rozptylu — An agrotechnical trial — average values of stem resistance to breaking in g and analysis of variance

| Varianta              | Páté internodium | Desáté internodium |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| Odrůda Dukát          | 566              | 714                |
| Smaragd               | 666              | 902                |
| Tolar                 | 877              | 1134               |
| Lu — Dik <sub>2</sub> | 895              | 1130               |
| Lu — 28               | 647              | 913                |
| Výsevek 0,8 mil.      | 765              | 1003               |
| 1,0 mil.              | 684              | 899                |
| 1,2 mil.              | 741              | 975                |
| Celkový průměr pokusu | 730              | 959                |

| Vypočtené F hodnoty |              |                  |                    |
|---------------------|--------------|------------------|--------------------|
| Zdroj variability   |              | Páté internodium | Desáté internodium |
|                     |              |                  |                    |
| Opakování           | $F$<br>$P a$ | 0,065<br>—       | 0,019<br>—         |
| Odrůdy              | $F$<br>$P a$ | 15,369<br>+++    | 17,564<br>+++      |
| Výsevek             | $F$<br>$P a$ | 2,055<br>—       | 2,718<br>—         |
| Interakce           | $F$<br>$P a$ | 2,649<br>—       | 2,358<br>—         |

+++ =  $P a \leq 0,001$

— =  $P a > 0,05$

Průměrné výsledky dosažené v agrotechnickém pokusu u jednotlivých odrůd i u různých výsevků jsou uvedeny v tab. IV. Nejvyšší odolnost vůči zlomu měla odrůda 'Tolar' a nšl. Lu-Dik<sub>2</sub>. Analýzou rozptylu byly zjištěny signifikantní rozdíly pouze mezi odrůdami, vliv opakování a výsevního množství nebyl statisticky významný (tab. IV). U interakcí odrůda X výsevek nebyl rovněž prokázán významný vliv na měřené hodnoty znaku.

## DISKUSE

Výsledky dosažené v pokusech založených v letech 1980 až 1982 umožnily jednak charakterizovat řadu odrůd a novošlechtění z hlediska znaků majících vliv na odolnost vůči poléhání, jednak zjistit vztahy mezi jednotlivými znaky. Tímto způsobem byla prokázána statisticky významná korelace mezi průměrem lodyhy a odolností lodyhy vůči zlomu. U čtyř vybraných, morfologicky rozdílných odrůd hrachu byla zjištěna i odlišná variabilita znaků.

Měření průměru lodyhy i odolnosti vůči zlomu jsme prováděli ve středu pátého i desátého internodia. Samarin (1975) na základě svých poznatků doporučuje provádět měření pouze u pátého internodia. Měření pátého i desátého internodia však umožňuje přesněji charakterizovat tu část lodyhy, která především rozhoduje o odolnosti vůči poléhání.

V agrotechnickém pokuse založeném pro ověření vlivu odrůd a výsevního množství na znaky ovlivňující odolnost vůči poléhání bylo prokázáno, že odrůdy statisticky významně ovlivňují odolnost lodyhy vůči zlomu, vliv výsevního množství na hodnoty tohoto znaku však nebyl signifikantní. K obdobnému závěru přišel Binge for s (1978), který ve svých pokusech zjistil, že výsevní množství (výsevky 575 000, 1 150 000 a 1 625 000 klíčivých semen na 1 ha) nemělo vliv na poléhání.

Hodnocení odolnosti vůči poléhání se běžně provádí devítibodovou stupnicí subjektivním způsobem. Měření pevnosti lodyhy námi vyvinutým zařízením umožňuje charakterizovat odrůdy nebo i např. hybridní potomstva na základě naměřených hodnot. I když je skutečností, že pevnost lodyhy je pouze jedním z faktorů, které ovlivňují odolnost rostlin a porostů hrachu vůči poléhání, stojí za pozornost, že odrůdy, které vynikly při hodnocení odolnosti lodyhy vůči zlomu, jsou ve většině případů i odolnější vůči poléhání.

## Literatura

- BINGEFORS, S.: Utsädesmängdens inverkan på fröarkastningen är olika sorttyper hos arter. Sver. Utsädesför. Tidskr., 88, 1978, č. 1-2, s. 55-72.  
BOŘIL, J.: Hrách setý — ideotyp do roku 2000 — předpoklady pro velkovýrobní technologii pěstování hrachu. In: Sbor. ČAZ, 1978, s. 7-13.  
PAVELKOVÁ, A.: K problematice ideotypu zrnového typu hrachu. In: Sbor. ČAZ, 1978, s. 61-67.  
SAMARIN, N. A.: K metodike otborov gorocha na ustojčivost k polehanije. Bjull. Vsesojuz. nauč.-isl. Inst. N. I. Vasilova, 53, 1975, s. 51-55.  
ŠAFRÁNEK, J.: Požadavky na odrůdy hrachu do roku 2000. In: Sbor. ČAZ, 1978, s. 69-79.

Došlo dne 7. 1. 1988

ГОФИРЕК, П. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт технических и бобовых культур, Шумперк-Теменице, лабораторный объект Угерски Острог): *Измерение твердости стебля у гороха*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 71-78.

На основе 3 сортоиспытаний охарактеризован ряд сортов нововыведенных сортов гороха с учетом признаков, влияющих на устойчивость к полеганию. Главное внимание направляли на устойчивость стебля к излому (на 5-м и 10-м междоузлиях). Для измерительных работ создали собственное простое устройство, обеспечивающие быстрые и достаточно точные промеры. Вариантность данного признака оценивали у 4 морфологически различающихся сортов и у 2 совокупностей сортов, включающих по 20 генотипов. Доказана статистически достоверная положительная корреляция между диаметром стебля и его стойкостью к излому. Важным сведением явилось установление, что с ростом веса развитых семян на растении растет и устойчивость растения к излому. В ходе агротехнического опыта с 5 сортами и с 3 нормами высева с помощью анализа дисперсий установили затемненные различия между сортами (с т. зр. устойчивости стебля к излому); влияние нормы высева в статистическом отношении незначимо.

горох; устойчивость к полеганию; прочность стебля

HOFÍREK, P. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Technical Crops and Pulses, Šumperk-Temenice, Uherský Ostroh Station): *Measurements of Stem Firmness in Pea*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 71-78.

On the basis of three variety trials, a number of pea cultivars and new varieties were characterized from the point of view of traits involved in resistance to lodging. Attention was paid mainly to the determination of stem resistance to breaking (at the fifth and tenth internodes). A simple apparatus was made for the measurements; it enabled expeditious measurements and provided data of sufficient accuracy. The variability of the trait (resistance to lodging) was evaluated in four morphologically different pea varieties and in two sets of varieties, (twenty genotypes in each set). Further, a statistically significant positive correlation was demonstrated between stem diameter and resistance to breaking. It is also an important finding that the plants had the higher weight of developed seeds had the higher resistance to breaking. In an agrotechnical trial with five varieties and three sowing rates, significant differences were found by analysis of variance between the varieties as for stem resistance to breaking; the effect of sowing rates was not statistically significant.

pea; resistance to lodging; stem firmness

HOFÍREK, P. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für technische Pflanzen und Hülsenfrüchte, Šumperk-Temenice, Arbeitsstätte Uherský Ostroh): *Messungen der Stengelfestigkeit bei der Erbse*. Genet. a Šlecht., 25, 1989 (1) : 71-78.

Aufgrund dreier Sortenversuche wurde eine Reihe von Sorten und Neuzüchtungen der Erbse vom Gesichtspunkt der auf die Resistenz gegen Lagern Einfluß ausübenden Merkmale charakterisiert. Bei der Arbeit war unsere Aufmerksamkeit vor allem auf die Feststellung der Bruchfestigkeit des Stengels (am fünften und zehnten Internodium) ausgerichtet. Für diese Messungen wurde eine eigene einfache Meßeinrichtung hergestellt, die eine rasche Messung und ausreichend genaue Angaben gewährleistete. Die Variabilität dieses Merkmals wurde bei vier morphologisch unterschiedlichen Erbsensorten und bei zwei Sortenkollektionen von jeweils zwanzig Genotypen ausgewertet. Ferner wurde eine statistisch signifikante positive Korrelation zwischen dem Durchmesser des Stengels und seiner Bruchfestigkeit nachgewiesen. Eine wichtige Erkenntnis ist auch, daß bei einer höheren Masse der herausgebildeten Samen an der Pflanze eine höhere Bruchfestigkeit der Pflanzen verzeichnet werden konnte. Bei einem agrotechnischen, mit fünf Sorten und drei Aussaaten angelegten Versuch wurden mittels Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen den Sorten (vom Gesichtspunkt der Bruchfestigkeit des Stengels) festgestellt, der Einfluß der Saatmenge war statistisch unsignifikant.

Erbse; Standfestigkeit; Bruchfestigkeit des Stengels

---

*Adresa autora:*

Ing. Pavel Hofírek, CSc., OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav technických plodin a luskovin Šumperk-Temenice, pracoviště 687 24 Uherský Ostroh

---



## TESTOVÁNÍ MRAZUVZDORNOSTI PŠENICE OZIMÉ NA VYBRANÝCH PRACOVIŠTÍCH ČSSR

V letech s extrémní zimou, zejména v oblastech bez sněhové pokrývky, se stává mrazuvzdornost rozhodujícím faktorem pro realizaci výnosového potenciálu odrůd pšenice ozimé. Takové zimy ale nebývají každoročně, a proto se úroveň mrazuvzdornosti odrůd a šlechtitelských materiálů posuzuje pomocí speciálních testů. Hodnocení mrazuvzdornosti je obtížné, protože odolnost rostlin se v průběhu zimy mění v interakci s průběhem počasí a její genetické založení je polygenní. Z těchto důvodů pro přesnější určení nestačí jeden typ testu, ale na jednom pracovišti se používá souběžně několik testů. Ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby Praha - Ruzyně i na šlechtitelských stanicích o. p. OSEVA a ve Výzkumném a šlechtitelském ústavu obilnářském Kroměříž byla vypracována nebo zavedena řada metod v závislosti na technickém vybavení a potřebách pracoviště.

Přes různost postupů však můžeme rozdělit stávající metody testování mrazuvzdornosti ozimů na tři základní skupiny: polní, polně-laboratorní a laboratorní metody. Při polních metodách jsou rostliny pěstovány, otužovány i vystaveny stresovým podmínkám v přirozeném prostředí. Zvýraznění stresového projevu mrazu je možné dosáhnout pěstováním rostlin v nádobách, korytech apod. umístěných v různé výšce nad zemí (provokační metody). Polně-laboratorní metody jsou založeny na pěstování a obvykle i otužování rostlin v přirozených podmínkách. K zmrazování rostlin dochází v laboratoři v mrazicích zařízeních. Při laboratorních metodách všechny postupy probíhají pouze v regulovaných podmínkách.

V další části jsou shrnuty zkušenosti s testováním mrazuvzdornosti pšenice ozimé na vybraných pracovištích ČSR. Vybrali jsme hlavně ta pracoviště, která tyto metody úspěšně a pravidelně užívají již řadu let. Výsledky jsou dokumentovány u odrůd-testerů mrazuvzdornosti. Tyto odrůdy pšenice ozimé slouží jako soubor standardů v rámci států RVHP a jsou seřazeny podle úrovně mrazuvzdornosti.

### Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

#### Provokační metoda (Segefa, 1957)

Rostliny jsou pěstovány celou zimu v dřevěných bedýnkách (40 × 30 × 12 cm), které jsou umístěny jednak na zemi a jednak na vyvýšeném parapetu 50 cm nad zemí. Na parapetu jsou rostliny vystaveny silnějšímu působení nízkých teplot a dalším škodlivým činitelům zimy (zimní sucho, ledová vrstva, vytahování atd.). Tyto účinky jsou zvýrazněny ještě u variant, v nichž je zamezena tvorba sněhové pokrývky krycími stříškami či opatrným odmetáním sněhu. Rozdíly teplot půdy v hloubce 2,5 cm mezi bednami umístěnými na parapetech a na zemi činí 5 °C i více, mezi bednami se sněhem a bez něho v jedné výši uložení jsou rozdíly přibližně 3 °C. Tímto uspořádáním se získávají výsledky v různých silných zimách. Posouzení vztahu odolnosti k růstu a vývoji rostlin je umožněno provedením výsevu téhož materiálu ve třech termínech po 14denních intervalech. Střední termín přitom odpovídá normální agrotechnické lhůtě setí. Vysévá se ručně, předem nabobtnalé osivo, vždy tři odrůdy do jedné bedny v kombinaci řádků 1 a 4, 2 a 5, 3 a 6. Do každého řádku se seje přesný počet semen, tj. 16 a každý z nich je v dílčích variantách reprezentován čtyřmi opakováními. Při děletrvajícím suchu je zemina po vzejití rostlin zavlažována. Před nástupem mrazivého počasí je z každého opakování všech variant určen počet normálně urostlých rostlin; počtem listů a odnoží je charakterizována fáze rostlin, které do této doby rostliny dosáhly.

Při jarním hodnocení je u každé rostliny vizuálně posuzován rozsah poškození a intenzita obnoveného růstu nadzemní i kořenové části podle jednotného šestibodového systému (1 — nepoškozené, 6 — usmrčené rostliny). Pro každý vzorek je vypočten procentuální podíl živých rostlin (Ž) a relativní podíl poškozených rostlin, tzv. bonitační číslo (B) podle následujících vzorců:



I. Výsledky provokační metody, varianty umístění na zemi u test-sortimentu v zimě 1984/1985 ve VÚRV Praha-Ruzyně (Ž — životnost v %, B — bonitace v %)

| Odrůda         | Výsev       |      |              |      |              |      |
|----------------|-------------|------|--------------|------|--------------|------|
|                | 27. 9. 1984 |      | 11. 10. 1984 |      | 23. 10. 1984 |      |
|                | Ž           | B    | Ž            | B    | Ž            | B    |
| San Pastore    | 0           | 0    | 21,1         | 13,6 | 49,6         | 34,8 |
| Rusalka        | 18,5        | 11,6 | 46,2         | 31,6 | 72,5         | 59,6 |
| Grana          | 28,4        | 22,4 | 58,1         | 47,8 | 81,7         | 67,2 |
| Bezosta 1      | 35,8        | 27,0 | 85,0         | 66,0 | 82,4         | 68,8 |
| Mironovská 808 | 42,0        | 30,3 | 91,1         | 77,6 | 87,1         | 69,7 |
| Oděská 16      | 43,1        | 32,4 | 91,9         | 76,4 | 94,7         | 82,8 |

$$\bar{Z} [\%] = (1 - b_6/n) \cdot 100$$

$$B [\%] = [(1,0 b_1 + 0,8 b_2 + 0,6 b_3 + 0,4 b_4 + 0,2 b_5)/n] \cdot 100$$

kde:  $b_1$  až  $b_6$  — počet rostlin zařazených do 1. až 6. bonitační třídy  
 $n$  — počet všech rostlin v daném vzorku

Bonitace (B) zahrnuje letální i neletální poškození rostlin, což umožňuje výstižněji hodnotit genotypové rozdíly, a to i u vzorků, u nichž nedošlo k odumření rostlin (tab. I).

Ve VÚRV Praha - Ruzyně je provokační metoda užívána pro hodnocení odrůd a novošlechtění československého a zahraničního původu v rozsahu 100 až 150 vzorků ročně.

#### Polně-laboratorní metoda

Tři až čtyřikrát za zimu je u rostlin odebraných z pole proveden mrazový test. Rostliny ve svazcích po 15 kusech (= jedno opakování) jsou nejprve podle odolnosti ponechány při teplotě 0 °C nebo dootouženy tři dny při teplotě -4 °C. Vlastní mrazový test probíhá v jednom společném boxu, kde jsou rostliny všech variant a opakování zmrazovány rychlostí 2 až 3 °C/h. Vždy po dosažení předepsané intenzity mrazu jsou rostliny jedné varianty ve dvou opakováních přeneseny do předem vytemperovaného mrazového pultu na dobu 24 hodin. Zařízení ve VÚRV umožňuje použít až devět různých intenzit mrazu (tzn. devět variant) lišících se o 1 až 2 °C. Minimální kolísání teploty ( $\pm 0,2$ ) je v mrazových pultech umožněno uložením rostlin do polystyrénových krabic. Přesnost teploty je registrována pomocí termistorových čidel. Odtání vzorků probíhá v jednotlivých pultech rychlostí 3 až 4 °C za hodinu. Poškození a životnost rostlin je posuzována vizuálně po třítydenní kultivaci ve skleníku. Pro každý svazek je vypočten podíl živých rostlin ( $\bar{Z}$ ) a bonitační číslo (B) (tab. II).

Užití několika úrovní mrazu v jednom testu umožňuje vypočítat aktuální kritickou teplotu ( $KT_{50}$ ). Kritická teplota rostlin se u jednotlivých odrůd během zimy mění, z čehož lze rovněž usuzovat na adaptabilitu či stabilitu odolnosti určitých genotypů. Uvedený mrazový test se používá k podrobnému hodnocení mrazuvzdornosti odrůd a novošlechtění zařazených v odrůdových zkouškách.

#### OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Šlechtitelská stanice Stupice

#### Polně-laboratorní metoda

Vychází rovněž z metodiky používané firmou CEBECO v Holandsku (Hanišová, Haniš, 1977). V průběhu let byla tato metoda na základě vlastních zkušeností v řadě prvků modifikována. Testované odrůdy nebo novošlechtění jsou vysévány na pole do zvláštního bloku v jednom opakování (à 2 m<sup>2</sup>) secím strojem Seedmatik. Blok se umísťuje tak, aby v suchém podzimu bylo možné urychlit vzcházení pomocí závlahy. Rostliny jsou z pole odebírány, umožní-li to počasí, třikrát

II. Hodnocení mrazuvzdornosti test-sortimentu v VÚRV Praha-Ruzyně po mrazovém testu uprostřed zimy.  $KT_{50}$  = vypočítaná kritická teplota při 50% poškození

|  | Odrůda         | -7,0 | -9,2 | -11,4 | -13,0 | -14,2 | -15,8 | -17,2 | -20 °C | $KT_{50}$ |
|--|----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|
|  | Životnost [%]  |      |      |       |       |       |       |       |        |           |
|  | San Pastore    | 100  | 33,3 | 21,4  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | - 9,9     |
|  | Rusalka        | 100  | 94,1 | 57,1  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | -10,6     |
|  | Grana          | 100  | 100  | 100   | 80,0  | 40,3  | 33,3  | 0     | 0      | -14,4     |
|  | Bezostá 1      | 100  | 100  | 100   | 85,0  | 46,3  | 40,0  | 0     | 0      | -14,6     |
|  | Mironovská 808 | 100  | 100  | 100   | 100   | 92,9  | 93,3  | 46,7  | 20,0   | -17,4     |
|  | Oděská 16      | 100  | 100  | 100   | 100   | 93,3  | 93,3  | 75,0  | 60,0   | -18,9     |
|  | Bonitace [%]   |      |      |       |       |       |       |       |        |           |
|  |                |      |      |       |       |       |       |       |        |           |
|  | San Pastore    | 48,0 | 6,7  | 4,3   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | - 6,9     |
|  | Rusalka        | 85,7 | 30,6 | 17,1  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | - 8,9     |
|  | Grana          | 81,3 | 74,7 | 42,7  | 18,7  | 8,0   | 6,7   | 0     | 0      | -10,6     |
|  | Bezostá 1      | 93,3 | 77,3 | 44,0  | 18,7  | 9,3   | 8,0   | 0     | 0      | -11,0     |
|  | Mironovská 808 | 93,3 | 74,7 | 61,3  | 28,0  | 24,3  | 20,0  | 9,3   | 4,0    | -13,2     |
|  | Oděská 16      | 100  | 93,3 | 80,0  | 34,7  | 25,3  | 22,7  | 14,7  | 15,0   | -14,0     |

III. Hodnocení mrazuvzdornosti test-sortimentu polně-laboratorní metodou na ŠS Stupice v zimě 1984/1985 (procento přežití rostlin)

| Odrůda         | I. odběr |        |        |                           | II. odběr |        |        |                           |
|----------------|----------|--------|--------|---------------------------|-----------|--------|--------|---------------------------|
|                | -12 °C   | -14 °C | -16 °C | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | -11 °C    | -13 °C | -15 °C | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ |
| San Pastore    | 8,6      | 0      | 0      | $2,9 \pm 2,1$             | 0         | 0      | 0      | $0 \pm 0$                 |
| Rusalka        | 48,6     | 22,9   | 20,0   | $30,5 \pm 7,1$            | 0         | 0      | 0      | $0 \pm 0$                 |
| Grana          | 68,6     | 48,6   | 40,0   | $52,4 \pm 6,5$            | 27,0      | 20,0   | 7,0    | $7,8 \pm 10,2$            |
| Bezostá 1      | 88,6     | 88,6   | 88,6   | $88,6 \pm 3,8$            | 47,0      | 27,0   | 7,0    | $26,7 \pm 12,0$           |
| Mironovská 808 | 97,1     | 97,1   | 94,3   | $96,2 \pm 1,8$            | 93,0      | 73,0   | 60,0   | $75,6 \pm 6,5$            |
| Oděská 16      | 91,4     | 91,4   | 94,3   | $92,4 \pm 2,9$            | 67,0      | 53,0   | 33,0   | $51,1 \pm 8,8$            |

během zimy, a to v prosinci, lednu a únoru (březnu). Odebírá se po 20 rostlinách od zkoušených linií. Z odebraných 20 rostlin se vybere 3 × 5 nepoškozených rostlin, které se vysazují v trsu do pikýrovacích truhlíků naplněných předem navlhčeným zahradnickým perlitem. Kořeny se před výsadbou zakracují na délku 3 cm. V každém truhlíku je vysazen soubor kontrolních odrůd, jehož umístění v rámci truhlíku se mění. Ihned po vysazení se přenášejí truhlíky do mrazicí komory vychlazené na 0 °C. V mrazicí komoře se teplota postupně snižuje: 1. den - 24 h, 0 °C; 2. den - 24 h, -5 °C; 3. den - 24 h, -8 °C; 4. den - 12 h, -12 °C (nebo -11 °C). Po 12hodinovém působení této teploty se vynese první opakování testu do boxu s teplotou +4 °C; 12 h, -14 °C (nebo -13 °C) - vynese se druhé opakování; 5. den - 12 h, -16 °C (nebo -15 °C) - vypnutí komory, třetí opakování se vynese po vzestupu teploty na 0 °C.

Prvních 24 hodin po přenesení do jarovizačních komor se rostliny nechávají bez světla, od druhého dne jsou vystaveny osvětlení intenzity 2000 luxů po dobu 12 hodin při teplotě mezi +4 až +8 °C. Po šesti až osmi dnech regenerace v jarovizačních komorách se přenesou najednou všechna tři opakování do skleníku s teplotou +15 až +18 °C. Konečné hodnocení se provádí 20.-21. den po vynesení z mrazové komory. Hodnotí se nadzemní i kořenová část rostlin a stanoví se procento přežívajících rostlin. U živých rostlin je zdravý odnožovací uzel a je patrný růst

IV. Hodnocení mrazuvzdornosti test-sortimentu laboratorní metodou na ŠS Stupice (procento přežití rostlin)

| Odrůda         | I. stanovení |        |        |                           | II. stanovení |        |        |                           |
|----------------|--------------|--------|--------|---------------------------|---------------|--------|--------|---------------------------|
|                | -12 °C       | -14 °C | -16 °C | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | -11 °C        | -13 °C | -15 °C | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ |
| San Pastore    | 0            | 3,3    | 0      | $1,2 \pm 1,2$             | 55,0          | 16,7   | 0      | $23,9 \pm 8,0$            |
| Rusalka        | 3,3          | 6,7    | 3,3    | $4,4 \pm 2,0$             | 58,3          | 41,7   | 5,0    | $35,0 \pm 8,5$            |
| Grana          | 23,3         | 11,7   | 4,0    | $13,5 \pm 5,1$            | 95,0          | 62,5   | 10,0   | $55,8 \pm 10,8$           |
| Bezostá 1      | 53,6         | 31,4   | 6,7    | $31,8 \pm 7,7$            | 98,3          | 85,8   | 7,5    | $63,9 \pm 10,4$           |
| Mironovská 808 | 56,1         | 52,9   | 31,0   | $47,5 \pm 7,6$            | 93,3          | 85,0   | 48,3   | $75,6 \pm 7,8$            |
| Oděská 16      | 59,3         | 40,0   | 35,0   | $45,3 \pm 7,9$            | 93,3          | 76,7   | 20,0   | $68,8 \pm 8,9$            |

listů a kořenů. Výsledky hodnocení kontrolního souboru odrůd uvádí tab. III. Celkem je touto metodou na ŠS Stupice hodnoceno ročně 1400 až 1800 linií, včetně novošlechtění zkoušených v ČSSR v mezistaničních předzkouškách.

#### Laboratorní metoda

Vychází z metody, kterou navrhl Koch (1980), a doplňuje metodu polně-laboratorní zejména v těch letech, kdy se nepodaří realizovat více odběrů z pole. Rostliny se vysévají po pěti zrnech ve třech opakovaných od zkoušené linie do pikýrovacích truhlíků naplněných zahradnickým perlitem. Po vzejití ve skleníku se truhlíky přemístí do jarovizačních komor, kde se otužují při teplotě +4 až +6 °C po dobu 40 dní. Při menší požadované přesnosti je možné zkrátit dobu otužování až na dva týdny (Koch, 1980; Chen et al., 1983; naše ověření). Průběh testu v mrazicí komoře i regenerace jsou stejné jako u metody polně-laboratorní. Výsledky jsou obvykle méně přesné (tab. IV).

#### OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Šlechtitelská stanice Uhřetice

##### Polní metoda

Metodika vychází ze Segetovy provokační metody. Rostliny jsou pěstovány v bedýnkách a od podzimu 1986 v nově vybudovaných betonových korytech. Metoda se skládá ze čtyř variant. Pokusné nádoby jsou umístěny buď 20, nebo 50 cm nad povrchem půdy s variantami se sněhem nebo bez něj. Na konci zimy, zvláště při déletrvajícím oblevě, je výhodné provést předběžné vyhodnocení poškození rostlin mrazem. Výsledky je možné používat pro hrubou orientaci v případech, že v předjarním období vlivem mimořádně nízkých teplot dojde k totálnímu úhynu rostlin. Konečné vyhodnocení se provede po obnovení jarní vegetace a určí se procentuální podíl živých rostlin. V roce 1984/1985 se nejlépe projevila diferenciace odrůd ve variantě 20 cm nad zemí bez sněhu (tab. V).

##### Polně-laboratorní metoda

Základ tvoří metoda rostlinných torz vypracovaná na ŠS Branišovice (Pidra, 1980), která byla dále modifikována podle Grabovce (1983) a vlastních zkušeností.

Na konci podzimní vegetace (konec listopadu až začátek prosince) se rostliny velmi opatrně odebírají z polních dílců. Okolo 120 rostlin jednoho vzorku se umístí do dvou čtyřhranných květináčů (250 X 60 X 50 mm) z umělé hmoty. Květináče se uloží do přenosných přepravek. Ty se umístí na zem v blízkosti laboratoře a rozdělí se na několik skupin podle plánu zmrazování. Během ledna až března jsou jednotlivé skupiny postupně zmrazovány v mrazicích boxech.

Pro testování se rostliny jedné skupiny připraví během jednoho dne (pátek). Opatrně se očistí od půdy a omyjí pomocí jednoduchého zařízení zhotoveného na stanici. Po odstranění poškozených rostlin je každý vzorek rozdělen na tři opakování po 20 rostlinách. Rostliny jsou umístěny do držáků z plastických destiček (viz ŠS Branišovice) a uloženy ve vertikální poloze do misek s vodou (230 X 130 X 40

| Odrůda         | Polně-laboratorní metoda<br>(stupeň 9-1) |               | Polní metoda<br>(% živých rostlin) |
|----------------|------------------------------------------|---------------|------------------------------------|
|                | I. stanovení                             | II. stanovení |                                    |
| San Pastore    | 0                                        | 0             | 14,3 $\pm$ 17,9                    |
| Rusalka        | 0                                        | 0             | 51,3 $\pm$ 16,6                    |
| Grana          | 6,0 $\pm$ 0,0                            | 4,3 $\pm$ 0,4 | 64,2 $\pm$ 30,4                    |
| Bezostá 1      | 7,3 $\pm$ 0,4                            | 6,6 $\pm$ 0,8 | 88,6 $\pm$ 4,4                     |
| Mironovská 808 | 7,3 $\pm$ 0,4                            | 7,7 $\pm$ 0,4 | 96,6 $\pm$ 6,9                     |
| Oděská 16      | 7,0 $\pm$ 0,0                            | 7,3 $\pm$ 0,4 | 95,5 $\pm$ 5,7                     |

mm), kam je přidáno 10 ml 0,02% fundazolu. Misky jsou zakryty polyetylenem k ochraně před vysušením rostlin a umístěny do boxů.

Během dvou dní (sobota a neděle) probíhá druhá fáze otužování při teplotě  $-2^{\circ}\text{C}$ . V pondělí se v boxu snižuje teplota rychlostí  $3^{\circ}\text{C}/\text{h}$  až do předem určené minimální teploty ( $-12$  až  $-16^{\circ}\text{C}$ ), při které jsou rostliny ponechány do konce dne. Minimální teplota se určuje tak, aby odrůdy se střední odolností přežily z 50 % a s dobrou odolností kolem 60 až 70 %. Nejlépe je ji určit předem u odrůd-testerů. V úterý se postupně teplota zvyšuje rychlostí  $3^{\circ}\text{C}/\text{h}$  a ve středu se misky s rostlinami přemístí do skleníku s teplotou  $15^{\circ}\text{C}$ . Poté se odříznou kořeny i nadzemní část 2 cm od odnožovacího uzlu. Po 10denní regeneraci při teplotě  $20^{\circ}\text{C}$  se posuzuje stav rostlin podle devítibodové stupnice: 9 — dobrá regenerace listů i kořenů u všech rostlin; 8 — nerovnoměrná regenerace listů i kořenů u všech rostlin; 7 — dobré narůstání listů u všech rostlin; 6 — nerovnoměrné narůstání listů u všech rostlin; 5 — narůstání listů u 50 % rostlin; 4 — nerovnoměrné narůstání listů u méně jak 50 % rostlin; 3 — narůstání listů pouze u několika rostlin; 2 — slabé narůstání listů pouze u několika rostlin; 1 — bez narůstání nových listů.

Ze tří opakování se pro každý vzorek vypočítá průměrný počet bodů (tab. V). Obvykle se tento test provádí ve dvou termínech za zimu pro každý vzorek. Hodnotí se šlechtitelský materiál od mladších generací až po vzorky z mezistaničních a odrůdových pokusů, zhruba přes 1000 vzorků za zimu.

Vzhledem ke značné pracnosti je metoda vhodná především pro pracoviště, která mají k dispozici pouze nízkoobjemová mrazicí zařízení (mrazicí pulty). Po vybavení fyziologické laboratoře mrazicí komorou v roce 1985 byla zavedena metoda, při níž jsou 24hodinové mrazové expozici vystaveny rostliny z polního odběru přesázené s kořenovými baly do květináčů nebo v nich jsou po podzimním výsevu v polních podmínkách vypěstované. Životnost rostlin je určována po následné pěti až desetidenní vegetaci a je vypočten podíl živých rostlin.

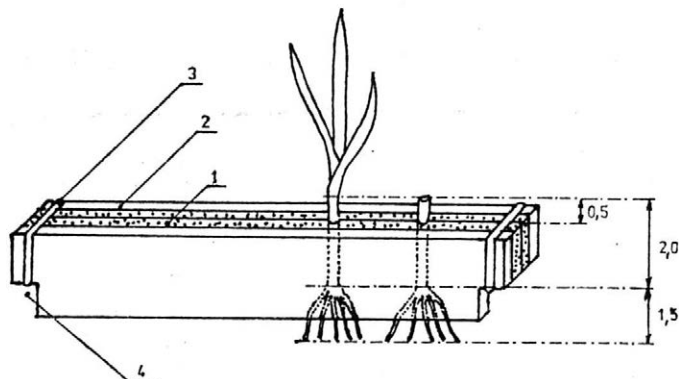
Laboratorní metoda podle Koch (viz ŠS Stupice) je rovněž od roku 1985 používána, ale pouze jako doplňková metoda.

## OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Šlechtitelská stanice Branišovice

### Laboratorní metoda

Princip metody vychází ze známého testu rostlinných torz, který navrhl Kretschmer (1960) a upravili Kretschmer, Berger (1966). Základní ideou je poznamenat, že pro přežití rostlin po mrazové expozici je rozhodující stav odnožovacího uzlu (Pídra, 1980).

Rostliny jsou předpěstovány na podnosech z PVC uložených ve skleníku. Ve fázi, kdy se objeví první listek, jsou podnosy s rostlinami přeneseny do jarovizační komory. Jarovizace probíhá při teplotě  $+2^{\circ}\text{C}$  a zářivkovém osvětlení osm hodin denně po dobu 42 dní. Potom se rostliny opatrně vytáhnou z písku, kořeny se opláchnou ve vodě a odstraní se zbytek zrna. Rostliny se ukládají po 10 do držáků složených ze dvou plastových destiček na vnitřní straně pole-



1. Schéma upevnění rostlin v plastickém držáku. 1. pěnový polyuretan, 2. plastická destička, 3. staženo gumou, 4. výřezy pro uložení ve vaničkách s vodou (Rozměry jsou uvedeny v cm)

pených polyuretanem (obr. 1). Tyto držáky usnadňují manipulaci s rostlinami a chrání je před mechanickým poškozením. Další fází pokusu je diferencované suché a mokré otužení při teplotě 0 až 0,5 °C. Tato část pokusu trvá pět dní a pro konečný výsledek je velmi významná, neboť se během ní navozuje míra aktuální rezistence k mrazu. Potom jsou nadzemní části rostlin seštrženy 0,5 cm nad horním okrajem držáku a kořeny jsou zkráceny na 1,5 cm. Rostliny otužené ve vodě se zmrazují na -12 °C, rostliny otužené bez vody na -16 °C. Uvedené zásahové teploty je dosaženo postupným poklesem o 3 °C za hodinu. Po 24hodinovém působení zásahové teploty se rostliny postupně převedou do teploty cca 15 °C, držáky s rostlinami jsou uloženy do mělkých vaniček s vodou a umístěny ve skleníku, kde při teplotách kolem 20 °C probíhá regenerace. Po sedmi dnech se hodnotí stav každé rostliny subjektivní bodovou stupnicí 1–9. Hodnotou jedna jsou bodovány rostliny bez známké života, devíti body se hodnotí rostliny s nejdelším nárůstem nadzemní části a s regenerovanými kořeny. Kromě bodového hodnocení subletálních poškození rostlin je též hodnoceno přežití v procentech. Při běžných provozních testech je hodnoceno v každé variantě 20 rostlin, tj. celkem 40 rostlin od každého vzorku. Nejpracnější částí testu je ukládání rostlinek do plastických držáků. Manipulace s držáky je pak již velmi jednoduchá a nenáročná na prostor.

Pomocí tohoto testu jsou hodnoceny všechny linie pšenice ozimé zařazené do zkoušek výkonu V1, V2 a všech vyšších forem zkoušení, celkem 800–1000 linií ročně. Test spolehlivě rozlišuje linie s dobrou (stupeň 6 až 8), střední (stupeň 3 až 5) a slabou mrazuvzdorností. Pro jemnější rozlišení je třeba test opakovat a hodnotit větší počet rostlin v rámci jednotlivých variant.

#### Polně-laboratorní metoda

Tato metoda je užívána k hodnocení šlechtitelského materiálu ve vyšších stupních šlechtitelského procesu. Vzorky vyšetřené v agrotechnickém termínu na poli jsou během zimy odebrány z půdy. Pro snadnější dobývání ze zmrzlé půdy se rostliny vysévají nikoliv do řádků, ale do hnízd po 40 zrnech. Po rozmrazení a opláchnutí půdy z kořenů se rostliny upevňují do stejných stojánků jako při laboratorním pokusu. Také celý další průběh je shodný, s tím rozdílem, že otužování probíhá pouze ve vodě a mrazová expozice se provádí jen teplotou -16 °C. Hodnotí se opět každá rostlina bodovou stupnicí 1 až 9. Odběr vzorků z pole se obvykle provádí třikrát během zimy. První odběr před hlavním nástupem zimy, ale v době, kdy rostliny jsou již zjarovizované, druhý odběr uprostřed zimy a třetí v předjaří. Z výsledků je možné usuzovat na dynamiku změn odolnosti jednotlivých linií během zimního období. Žádoucí jsou genotypy, které si udrží dobrou úroveň mrazuvzdornosti i v předjaří.

#### Diskuse

Na testování mrazuvzdornosti ozimů pro šlechtitelské účely jsou kladeny hlavně dva požadavky. Jednak stanovit mrazuvzdornost linií či odrůd a za druhé provést rozřazení rostlinného materiálu, zejména v raných fázích šlechtění. Současné metody splňují do určité míry buď jeden, nebo druhý požadavek. Provozní polní metody nejlépe vystihují přirozené podmínky, jsou též nejjednodušší a nejméně energeticky náročné. Výsledky však vykazují větší variabilitu a je obvykle nutné provést testování dané kolekce v několika variantách či v několika letech (Segeřa et al., 1980). Při extrémním poklesu teplot vzduchu (pod -25



až  $-30^{\circ}\text{C}$ ) může dojít k úplnému zničení všech rostlin u vyvýšených variant pokusu.

Provokační metody jsou proto hlavně užívány pro hodnocení nových odrůd, novošlechtění či vzorků z pozdějších fází šlechtění (VÚRV Praha-Ruzyně, ŠS Uhřetice).

Laboratorní metody jsou technicky i energeticky nejnáročnější. Jejich výhodou je nezávislost na ročním období a možnost zajištění reprodukováných podmínek. Obvykle jsou užívány pro hrubší rozlišení šlechtitelského materiálu (ŠS Stupice, ŠS Branišovice). V závislosti na dalším prohloubení poznatků o mrazuvzdornosti lze očekávat podstatný rozvoj a upřesnění těchto metod.

Nejspolehlivější a nejvíce užívané jsou zatím metody polně-laboratorní, které mají řadu modifikací a variant. Jejich výhodou je, že umožňují sledovat změny mrazuvzdornosti genotypů během celé zimy, včetně kritického období v předjaří.

Základní podmínkou pro úspěšné hodnocení mrazuvzdornosti je navození co největších rozdílů mezi hodnocenými vzorky. Dobrou diferenciaci získáme při vysokém stupni otužení vzorků. Je nutné si však uvědomit, že maximální odolnost genotypů je za různých podmínek otužování odlišná. Tohoto faktu je rovněž možné využít pro testování, při němž jsou používány různé způsoby otužení (suché či mokré) a v závislosti na tom i různé zásahové teploty (ŠS Branišovice). Velmi účinné pro indukci odolnosti je též působení nízkých — záporných teplot před vlastním mrazovým testem, tzv. druhá fáze otužení (ŠS Uhřetice a ŠS Stupice).

Druhou základní podmínkou úspěšného hodnocení mrazuvzdornosti je vystavení vzorků teplotě (intenzitě mrazu), která umožňuje největší rozlišení (tzv. kritická teplota). Volba optimální kritické teploty je důležitá zejména u polně-laboratorních metod, neboť odolnost rostlin se v průběhu zimy mění. Výhodné je užití několika intenzit mrazu při jednom testu, a to buď paralelně v několika mrazicích zařízeních (VÚRV Praha-Ruzyně), nebo postupným snižováním teploty v jednom společném boxu (ŠS Stupice). Jiný způsob jak zlepšit rozlišení vzorků je hodnocení stupně poškození rostlin pomocí bonitace (VÚRV Praha-Ruzyně, ŠS Uhřetice, ŠS Branišovice). Výsledky jsou podrobnější, než jen vyjádření v procentu přežití vzorků.

Souhrnně jsou výsledky získané na jednotlivých pracovištích srovnány v tab. VI. Soubor odrůd-testerů mrazuvzdornosti pšenice ozimé je uvedenými metodami rozlišen zřetelně a shodně. Spermanův korelační koeficient se pohybuje od 0,94 do 1,0 a je významný.

Všechny metody popsane v této práci patří mezi metody přímé, protože rostliny vystavujeme přímému působení mrazu a hodnotíme stupeň jejich poškození a přežívání. Existují i metody nepřímého hodnocení mrazuvzdornosti, které využívají vazeb mezi určitým znakem a úrovní mrazuvzdornosti. Mezi ně patří např. hodnocení různého obsahu sacharózy nebo vody v rostlinných pletivech, hodnocení elektrické vodivosti pletiv (Musíř, Kornelli, 1980), stanovení výskytu gliadinových bloků markerů mrazuvzdornosti (Šašek et al., 1980) a jiné. Skupina nepřímých metod není široce využívána, protože neposkytuje spolehlivé výsledky a obvykle se jimi doplňují výsledky metod přímých. Nepřímé metody jsou předmětem dalšího výzkumu.

VI. Srovnání výsledků získaných různými metodami na jednotlivých pracovištích pomocí pořadového testu (Ž — životnost, B — bonitace)

| Odrůda         | VÚRV - Ruzyně |   |                   |   | ŠS - Stupice      |             | ŠS - Uhřetice |                   |
|----------------|---------------|---|-------------------|---|-------------------|-------------|---------------|-------------------|
|                | provokační    |   | polně-laboratorní |   | polně-laboratorní | laboratorní | provo-kační   | polně-laboratorní |
|                | Ž             | B | Ž                 | B | Ž                 | Ž           | Ž             | B                 |
| San Pastore    | 6             | 6 | 6                 | 6 | 6                 | 6           | 6             | 0                 |
| Rusalka        | 5             | 5 | 5                 | 5 | 5                 | 5           | 5             | 0                 |
| Grana          | 4             | 4 | 4                 | 4 | 4                 | 4           | 4             | 4                 |
| Bezostá 1      | 3             | 3 | 3                 | 3 | 3                 | 3           | 3             | 3                 |
| Mironovská 808 | 2             | 2 | 2                 | 2 | 1                 | 1           | 1             | 1                 |
| Oděská 16      | 1             | 1 | 1                 | 1 | 2                 | 2           | 2             | 2                 |



## Literatura

- GRABOVEC, A. I.: Usoveršenstvovannye metody ocenki morozo i zimostojkosti rastenij. Selek. i Semenov., 1983, č. 2, s. 10-12.
- HANIŠOVÁ, A. — HANIŠ, M.: Genetické zdroje krátkostébelnosti ve šlechtitelském programu ozimé pšenice. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 16, 1980, č. 1, s. 21-31.
- CHEN, H. — H. T. — GUSTA, L. V. — FOWLER, D. B.: Freezing injury and root development in winter cereals. Pl. Physiol., 73, 1983, č. 3, s. 773-777.
- KOCH, H. D.: Sposob ocenki morozostojkosti sortov ozimych. Selek. i Semenov., 1980, č. 6, s. 46-47.
- KRETSCHMER, G.: Die Torsmethode, ein direktes Schnellverfahren für Frostresistenzprüfungen mit Getreide. Züchter, 30, 1960, s. 251-254.
- KRETSCHMER, G. — BEGER, B.: Die Nachwuchslängen als Indikator für Frostschaden und Frostresistenz. Züchter, 36, 1966, s. 328-340.
- MUSÍČ, V. N. — KORNELLI, B. M.: Elektrosoprotivlenije rastenij ozimoy pšenicy v svjazi s jich morozostojkostju. Nauč.-techn. Bjull. Vsesoj. selek.-genet. Inst., 1980, č. 3, s. 37-41.
- PIDRA, M.: Použití regresivní analýzy k hodnocení mrazuvzdornosti obilnin. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 16, 1980, č. 3, s. 207-214.
- ŠAŠEK, A. — ČERNÝ, J. — HANIŠOVÁ, A.: Využití gliadinových markerů k hodnocení šlechtitelského materiálu pšenice. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 16, 1980, č. 2, s. 127-136.
- SEGEŤA, V.: Jednoduchá metoda určení odolnosti ozimých obilovin proti některým škodlivým činitelům zimy. In: Věd. Práce VÚRV Praha-Ruzyně, 1957, č. 3, s. 83-96.
- SEGEŤA, V. — SKLÁDAL, V. — PAPAZISOVSKI, K.: Provokační metody určení odolnosti rostlin vůči mrazu v přirozených a regulovaných podmínkách. In: Sbor. Fyziologické a genetické principy odolnosti rostlin voči meteorogénnym činitelem. Bratislava, 1980, s. 96-107.

Došlo dne 1. 7. 1987

### Аттестация морозоустойчивости пшеницы озимой в выбранных учреждениях ЧСР

В работе описываются прямые методы аттестации морозоустойчивости пшеницы озимой на трех селекционных станциях НИИСИЗ Кромержиж и в НИИР Прага-Ружыне. Несмотря на разные методы в учреждениях используются три основные группы методов: полевые, полево-лабораторные и лабораторные. Оцениваются выгоды, невыгоды, основные условия и масштаб использования описываемых тестов. Результаты документируются набором сортов-тестеров морозоустойчивости пшеницы озимой.

пшеница озимая; морозоустойчивость; аттестация

### Testing Winter Wheat for Frost Hardiness at Selected Places in the Czech Socialist Republic

Direct methods of testing winter wheat for frost hardiness are described as used at three breeding stations of the Kroměříž Cereal Research and Breeding Institute and at the Research Institute of Crop Production in Prague-Ruzyně. Though the approaches vary, three basic groups of methods are used at all stations: field, field-laboratory, and laboratory tests. The advantages, drawbacks, basic conditions and extent of possible uses of the described tests are evaluated. The results are documented on an example of reference varieties for the testing of frost hardiness in winter wheat.

winter wheat; frost hardiness; testing

RNDr. Ilja Prášil, CSc., ing. Jiří Zámečník, CSc., ing. Konstantin Papazisis, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha-Ruzyně

Ing. Alena Hanišová, OSEVA — Šlechtitelská stanice Stupice, 250 84 Sibiřina

Ing. Radko Pecka, ing. Valentina Mogileva, CSc., OSEVA — Šlechtitelská stanice, 538 42 Uhřetice

RNDr. Miroslav Pidra, CSc., ing. Petr Lamel, OSEVA — Šlechtitelská stanice, 671 77 Branišovice

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Покорны Р.: Отбор штаммов люцерны посевной ( <i>Medicago sativa</i> L.) с повышенной устойчивостью к вирусу мозаики люцерны . . . . . | 69 |
| Гофирек П.: Измерение твердости стебля у гороха . . . . .                                                                             | 78 |

## ИНФОРМАЦИЯ

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Прашил Й., Замечник Й., Папазисис К., Ганишова А., Пецка Р., Могилева В. И., Пидра М., Ламл П.: Аттестация морозоустойчивости пшеницы озимой в выбранных учреждениях ЧСР . . . . . | 86 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## ПРИЛОЖЕНИЕ

|                                                                                                                                                                                                      |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ондржей М., Власак Й.: Настоящие цели переноса генов в культурные двудольные растения и экспериментальный метод оптимизации дискового метода трансформации бактериями <i>Agrobacterium</i> . . . . . | X |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## CONTENTS

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dusbábková J., Nečásek J., Hrouda M.: Transformation of Oilseed Rape with T-DNA of <i>Agrobacterium</i> Plasmids . . . . .                         | 9  |
| Košner J., Foltýn J.: Chromosomal Relations in the Common Wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) with Branched Spike . . . . .                       | 17 |
| Křivský K., Borovec V.: Formation of a Clone-Line F <sub>1</sub> Hybrid of White Cabbage with the Use of Explant Cultures . . . . .                | 25 |
| Pešina K.: Two Tetrasomic Cultivars of Tomato . . . . .                                                                                            | 31 |
| Vožda J., Kubecová B.: Evaluation of the Combining Ability of Maize Genotypes by the System of Diallel Crossing in Macro-Environment . . . . .     | 45 |
| Foltýn J.: Economic Characteristics of Duospiculum Mutants and Hybrids of Winter Wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) . . . . .                    | 56 |
| Dreiseitl A.: The Resistance of Czechoslovak Spring Barley Varieties to Powdery Mildew ( <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ) . . . . . | 64 |
| Pokorný R.: Selection of the Strains of Lucerne ( <i>Medicago sativa</i> L.) with Increased Resistance to Alfalfa Mosaic Virus . . . . .           | 70 |
| Hofírek P.: Measurements of Stem Firmness in Pea . . . . .                                                                                         | 78 |

## INFORMATION

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Prášil I., Zámečník J., Papazisis K., Hanišová A., Pecka R., Mogileva V. I., Pídra M., Lampl P.: Testing Winter Wheat for Frost Hardiness at Selected Places in the Czech Socialist Republic . . . . . | 86 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## SUPPLEMENT

|                                                                                                                                                                                                                                  |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ondřej M., Vlasák J.: Contemporary Targets of Gene Transfer in Cultural Dicotyledonous Plants and an Experimental Procedure for Optimization of the Disk Method of Transformation by the <i>Agrobacterium</i> Bacteria . . . . . | X |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## INHALT

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dusbábková J., Nečásek J., Hrouda M.: Transformation des Ölrapes durch die T-DNA der Plasmide der Gattung <i>Agrobacterium</i> . . . . .   | 9  |
| Košner J., Foltýn J.: Chromosomale Verhältnisse bei Weizen ( <i>Triticum aestivum</i> L.) mit verzweigten Ähren . . . . .                  | 17 |
| Křivský K., Borovec V.: Bildung der Klon-Linienkrauthybride F <sub>1</sub> unter Ausnutzung von Explantatkulturen . . . . .                | 26 |
| Pešina K.: Zwei tetrasomische Tomatensorten . . . . .                                                                                      | 32 |
| Vožda J., Kubecová B.: Bewertung der Kombinationseignung von Maisgenotypen anhand des Systems der Diallelkreuzung im Makromilieu . . . . . | 45 |
| Foltýn J.: Wirtschaftseigenschaften von Doppelährchen-Mutanten und -Hybriden des Winterweizens ( <i>Triticum aestivum</i> L.) . . . . .    | 56 |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dreiseitl A.: Resistenz tschechoslowakischer Sommergerstensorten gegen Getreidemehltau ( <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ) . . . . . | 64 |
| Pokorný R.: Selektion von Luzernestämmen ( <i>Medicago sativa</i> L.) mit erhöhter Resistenz gegen das Luzernemosaikvirus . . . . .                | 70 |
| Hofírek P.: Messungen der Stengelfestigkeit bei der Erbse . . . . .                                                                                | 78 |

#### INFORMATION

|                                                                                                                                                                                                    |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Prášil I., Zámečník J., Papazisis K., Hanišová A., Pecka R., Mogileva V. I., Pidra M., Laml P.: Testen der Frostresistenz der Winterweizensorten auf ausgewählten Arbeitsstätten der CSR . . . . . | (E) 86 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

#### BEILAGE

|                                                                                                                                                                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ondřej M., Vlasák J.: Genewärtige Ziele der Übertragung von Genen in zweikeimblättrigen Kulturpflanzen und Versuchsoptimierung der Diskmethode der Transformation durch die Bakterien <i>Agrobacterium</i> . . . . . | X |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

Rukopis byl odevzdán k tisku 5. 10. 1988 — Podepsáno k tisku 4. 1. 1989

Vědecký časopis Sborník ÚVTIZ - GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází čtyřikrát ročně • Redaktorka RNDr. Marcela Braunová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1989

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.

## SOUČASNÉ CÍLE PŘENOSU GENŮ DO KULTURNÍCH DVOJDĚLOŽNÍCH ROSTLIN A EXPERIMENTÁLNÍ POSTUP OPTIMALIZACE DISKOVÉ METODY TRANSFORMACE BAKTÉRIEMI *AGROBACTERIUM*

M. Ondřej, J. Vlasák

V roce 1985 byl v tomto časopise publikován článek o možnostech obohacování genomu dvojděložních kulturních rostlin o novou genetickou informaci, vnášenou prostřednictvím vektorů, odvozených od plazmidů Ti *Agrobacterium tumefaciens* (Ondřej, 1985). Baktérie *Agrobacterium tumefaciens*, *A. rhizogenes* a *A. rubi* vnášejí konstantní část svého plazmidu Ti (u *A. rhizogenes* Ri), svou T-DNA do genomu rostlinných buněk. Tato T-DNA byla metodami genového inženýrství již upravena tak, aby sloužila jako vektor do genomu modelových rostlin.

### DOSAVADNÍ PRAKTICKÉ VÝSLEDKY V ZAHRANIČÍ

Do genomu tabáku a dalších rostlin byla přenesena celá řada genů bakterií, rostlinných virů, rostlin a živočichů a byl sledován projev vnesených genů v novém genetickém pozadí. Z praktického hlediska jsou zajímavé zejména tři typy výsledků:

1. Vnášení genu pro delta-endotoxin *Bacillus thuringiensis* jako mechanismus navozování rezistence k hmyzím škůdcům. Uvedený endotoxin je protein, který působí toxicky v trávicím traktu hmyzu. Mechanismem působení je porušení rovnováhy sodíkových iontů. Různé kmeny *Bacillus thuringiensis* mají geny pro toxiny s různou specifitou. Toxin poddruhu *kurstaki* hubí především larvy motýlů, zatímco toxin poddruhu *israelensis* je toxický pro larvy komárů a některých much (Thorne et al., 1986). V poslední době byl zjištěn třetí poddruh, *tenebrionis*, jehož toxin je specifický pro brouky (Hernstadt et al., 1986). Geny pro všechny toxiny se nacházejí na plazmidech, přičemž toxiny jsou polypeptidy. Gen prvního poddruhu byl vnesen do genomu tabáku (Vaeck et al., 1987; Adang et al., 1987).

2. Vnášení genů pro odolnost k herbicidům. Do genomu tabáku byl vnesen gen pro odolnost k herbicidu glyfozátu a byla prokázána jeho exprese (Comai et al., 1985; della Cippa, 1987) a byly přeneseny i geny pro odolnost k dalším herbicidům (De Block et al., 1987).

3. Vnášení sekvencí DNA, které svou expresí v rostlinném genomu podmiňují odolnost k virovým onemocněním. Tyto sekvence cDNA (copy DNA) jsou odvozeny přímo z virového genomu. Byly vyzkoušeny tři mechanismy navozování rezistence k virům integrací virového genomu nebo jejich kopií (cDNA).

- a) Integrace chimerického genu pro virový plášťový protein s promotorem, podmiňujícím jeho konstitutivní expresi v rostlinách, vede ke vzniku rezistence mechanismem obdobným křížové rezistenci (Powell et al., 1986; Beachy et al., 1987; Nelson et al., 1987; Loesch-Fries et al., 1987a).

- b) Integrace genu pro antisense RNA k virové RNA. Antisense RNA má sekvenci nukleotidů komplementární k mRNA nebo k virové RNA. Vzniká transkripční kódující sekvence genu, zapojené za promotor obráceně. V rostlinných buň-

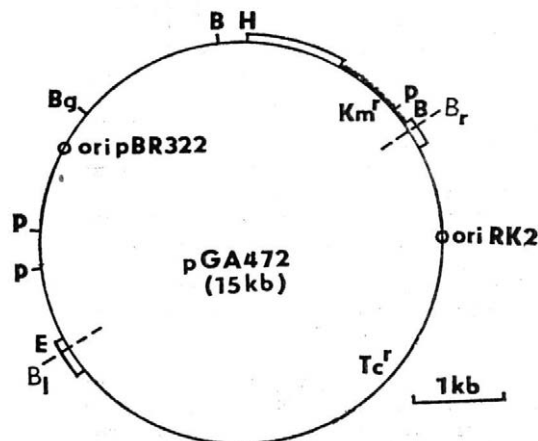
kách dochází k její hybridizaci s mRNA nebo virovou RNA za vzniku dvojvláknové RNA, která nemůže být překládána do struktury proteinů. Antisense RNA k virové RNA takto reaguje s virovou jednovláknovou RNA, a tím brání reprodukci virů (Loesch-Fries et al., 1987b).

c) Integrace cDNA, komplementární k satelitní RNA, zapojené do regulačních sekvencí, vypůjčených z rostlinného genomu, které zajišťují její přepis do RNA. Satelitní virová RNA je při infekci přenášena v plášti virového obalu a při své reprodukci v rostlině využívá genů vlastní virové RNA. Není nezbytně nutná k udržení životnosti viru, ale často zmírňuje příznaky virového onemocnění. V některých případech dochází k překladu části této sekvence do struktury proteinů. Gen, který obsahuje, v těchto případech zpravidla kóduje protein, který působí křížovou ochranu rostliny před napadením jinými agresivnějšími kmeny téhož viru (Baulcombe, 1986).

Zatímco transformace rostlinných buněk geny bakteriálního nebo rostlinného genomu je uskutečnitelná jen tehdy, jestliže máme k dispozici genovou knihovnu příslušného genomu a dokážeme z ní izolovat specifickou sekvenci, která nás zajímá, je třeba k navozování rezistence rostlin k virům uvedenými mechanismy mít k dispozici pouze izolovaný virus a provést reverzní transkripci jeho RNA do struktury DNA. Vnášení genů pro rezistenci k virovým onemocněním do genomu kulturních rostlin je tedy programem, který je v našich podmínkách reálný a o jehož uskutečnění na našem pracovišti usilujeme.

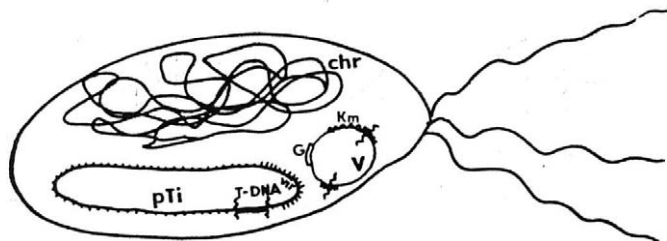
## VEKTORY ZALOŽENÉ NA BAKTÉRIÍCH AGROBACTERIUM

Současné vektory ke vnášení cizorodých genů do rostlinného genomu jsou bakterie rodu *Agrobacterium*, které obsahují rekombinovaný plazmid nebo dvojici rekombinovaných plazmidů, odvozených od plazmidu Ti. Plazmidy jsou uspořádány tak, aby do rostlinného genomu vnášely pouze signální geny a gen, který chceme do rostlin přenášet. Projev signálního genu umožňuje v kultuře *in vitro* selektovat transformovaná pletiva. Je to obvykle bakteriální gen pro rezistenci k antibiotiku kanamycinu upravený tak, aby se projevoval v rostlinných buňkách. Jeden z takovýchto vektorů, který používáme v naší laboratoři, mikroTi plazmid pGA472, zkonstruovali An et al. (1985). Tento plazmid má schopnost se replikovat v agrobakteriu. Kromě uvedeného genu pro rezistenci ke kanamycinu, který se projevuje v rostlinách, obsahuje také hraniční sekvence T-DNA, nutné k integraci do rostlinného genomu (obr. 1). Vně tohoto úseku je gen pro rezistenci k tetracyklinu,



- B = cílové místo pro restrikční endonukleázu Bam HI
- Bg = cílové místo pro restrikční endonukleázu Bgl II
- E = cílové místo pro restrikční endonukleázu Eco RI
- P = cílové místo pro restrikční endonukleázu Pst I
- Tc<sup>r</sup> = gen pro rezistenci k tetracyklinu, který se projevuje v baktériích

1. Schematická mapa vektorového plazmidu pGA472. Dvojitou čarou jsou vyznačeny úseky T-DNA, pocházející z plazmidu pTiT37. Jsou to úseky obsahující levou (B<sub>l</sub>) a pravou (B<sub>r</sub>) hraniční sekvenci T-DNA a úsek promotoru, napojený na kódující sekvenci bakteriálního genu pro rezistenci ke kanamycinu. Symbol ori pBR322 označuje počátek replikace z pBR322, ori RK2 označuje počátek replikace z plazmidu RK2



2. Binární vektor, bakterie *A. tumefaciens*, která kromě své chromozomální DNA (chr) obsahuje dva plazmidy. Pomocný plazmid, označený pTi, nese důležitý úsek virulence (vir), zatímco T-DNA je často odstraněna. Vektorový plazmid (v) nese T-DNA; její hraniční úseky jsou zde označeny vlnovkou. T-DNA vektorového plazmidu nese v rostlinách selektovatelný gen pro rezistenci ke kanamycinu (Km) a další gen G, který má být vnášen do rostlinných buněk

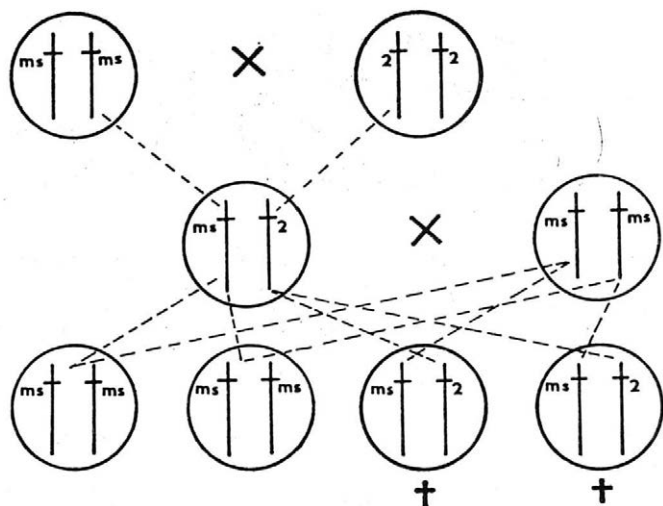
který se projevuje pouze v bakteriích a počátek replikace, který je aktivní v agrobakteriu i *E. coli*.

Tento mikroTi plazmid je schopen zprostředkovat integraci klonového genu do rostlinného genomu tehdy, jestliže je v buňkách agrobakteria společně s pomocným plazmidem Ti (Ri). Pomocný plazmid má úsek virulence s geny, nutnými pro excizi jednovláknové T-DNA a její transport do rostlinného jádra se uskutečňuje procesem podobným konjugacímu procesu bakterií. Pomocný plazmid Ti je obvykle zbaven své vlastní T-DNA, takže zprostředkovává přenos pouze upravené T-DNA mikroTi plazmidu do rostlinného genomu. Protože systém má v buňce agrobakteria dva různé plazmidy, vektory tohoto typu se nazývají binární vektory (obr. 2). Hlavní výhodou binárních vektorů je snadnost úprav malého mikroTi plazmidu.

## VYUŽITÍ JADERNÉ PYLOVÉ STERILITY KONSTRUKCÍ SYNTETICKÉ GENOVÉ VAZBY PROSTŘEDNICTVÍM TRANSGENOZE

Některé zajímavé praktické aplikace nabízí využití vektorů, které obsahují redukovanou T-DNA a signální gen pro rezistenci ke kanamycinu. Chceme zde upozornit na navržené schéma, které by při uplatnění pouze těch nejjednodušších metod genového inženýrství mělo umožnit novou aplikaci pylové sterility, podmíněné jaderným genem u rajčete a dalších kulturních dvouděložných rostlin k produkci heterózního osiva (Jørgensen, 1987a, b). Jaderně podmíněná pylová sterilita je častý typ mutace, který se vyskytuje zejména při využití somaklonální variability. Při produkci heterózního osiva však jaderná pylová sterilita rostlin, nesoucích homozygotní konstituci genu *ms* není přímo využitelná, protože rostliny této konstituce není možné reprodukovat jako linii. Homozygoty nelze od heterozygotů rozeznat ještě před kvetením, aby tak bylo možné heterozygoty eliminovat. Genotyp *ms ms* se dá namnožit nejlépe křížením s heterozygotní otcovskou rostlinou *Ms ms*. Pylově sterilní homozygoti a heterozygoti s 50% pylovou fertilitou pak štěpí v poměru 1 : 1. Obě kategorie by bylo možné od sebe oddělit, kdyby existoval vhodný signální znak, kódovaný genem na téměř chromozómu, který by byl v těsné vazbě s genem *ms* a měl by umožňovat selekci homozygotních (*ms ms*) semen nebo klíčících rostlin a dále do květu pěstovat jen pylově sterilní rostliny. Gen pro vhodný signální znak je možné do rostlinného genomu vnést transgenozí pomocí vektorového systému *Agrobacterium*. Integrace vnesených genů do různých míst rostlinného genomu je téměř náhodná. Z mnoha transformovaných linií je třeba vybrat tu, ve které je vnesený gen v těsné vazbě s genem *ms*. Vhodný gen se obvykle vnáší do rostlinného genomu společně s chimérickým genem pro rezistenci ke kanamycinu. Genem vhodným k tomuto účelu může být přímo jeden z genů T-DNA, označený 2. Geny T-DNA plazmidu Ti 1 a 2 jsou geny, které kódují enzymy pro novou biosyntetickou dráhu syntézy auxinů. Gen 1 kóduje enzym tryptofan monooxygenázu, která kóduje přeměnu tryptofanu na indolylacetamid. Gen 2 kóduje enzym indolylacetamidhydrolázu, která mění indolylacetamid na kyselinu  $\beta$ -indolylactovou (IAA). Současně může také měnit  $\alpha$ -naftylacetamid na kyselinu  $\alpha$ -naftylactovou. Pokud by se podařilo mezi regenerovanými rostlinami, transformovanými vektorem obsahujícím gen 2, vybrat takovou, u které T-DNA obsa-





3. Schéma hybridizace a selekce homozygotů pro jaderný gen podmiňující pylovou sterilitu *ms* na základě vzniku syntetické vazby s genem 2 pro indolylacetamid-hydrolázu T-DNA plazmidu Ti. Rostliny, které obsahují ve svém genomu gen 2, se nevyvíjejí při naklíčení ve slabém roztoku  $\alpha$ -naftylacetamidu a toho lze využít k selekci klíčnicích rostlin, homozygotních pro gen *ms*

hujícím gen 2 by byla integrována do stejné vazbové skupiny jako gen *ms* a byla by s ním v těsné vazbě v *trans*, tedy na druhém homologním chromozómu, pak bychom měli hledaný systém. Křížením by pak bylo možné získat heterozygoty v obou genech v těsné vazbě v konfiguraci *trans*. Jeden homologní chromozóm by tedy obsahoval gen *ms*, ale ne T-DNA s genem pro kanamycinovou rezistenci a genem 2, a druhý by obsahoval T-DNA, ale ne gen *ms* (obr. 3). Po sprášení homozygotů *ms ms* pylem takovéhoto heterozygotu bychom v potomstvu dostali v poměru 1:1 homozygotní pylově sterilní rostliny a heterozygoty pro gen *ms* a současně i pro gen 2. Heterozygoty pro gen 2, který se chová jako dominantní, by bylo možné eliminovat speciálním postupem výsevu semen. Semena, získaná z tohoto křížení, by klíčila v Petriho miskách ve slabém roztoku naftylacetamidu. Zatímco vývoj homozygotů *ms ms* by probíhal normálně, vývoj heterozygotů by byl inhibován. Naftylacetamid je sice dovozová, ale velmi levná chemikálie (vyrábí např. firma Sigma). Po přepikýrování normálně se vyvíjejících klíčnicích rostlin do půdy bychom tak dostali, v případě že nedošlo k žádným rekombinacím mezi geny *ms* a 2, pouze pylově sterilní rostliny, které by mohly být použity při produkci heterozygotního osiva jako mateřské.

Pracným krokem tohoto systému je nutnost hodnotit mnoho regenerantů, obsahujících vnesené geny pro rezistenci ke kanamycinu a geny 2, v souvislosti s genem *ms*. Vazbu by bylo možné hodnotit na základě shody se schématem na obr. 3. Rozsah materiálu v potomstvech křížení by nebyl příliš velký, protože vnesený vektor by bylo možné detegovat u klíčnicích rostlin na základě rezistence ke kanamycinu. Výhodou systému je univerzálnost jeho použití pro dvojděložné rostliny.

V naší laboratoři jsme zkonstruovali a máme k dispozici vektorový plazmid, který by umožňoval řešení této problematiky. Je to plazmid pCB 1348, což je mikroTi plazmid pro binární vektory, odvozený od pGA472, který vnáší do rostlinného genomu gen pro rezistenci ke kanamycinu a gen 2 z T-DNA. Tento vektorový plazmid je v buňkách *Agrobacterium tumefaciens* přítomen společně s pomocným plazmidem pAL4404, tedy plazmidem Ti zbařeným T-DNA. Binárním vektorovým systémem jsme již transformovali rostliny tabáku a získali regenerované rostliny, rezistentní ke kanamycinu.

## DISKOVÁ METODA TRANSFORMACE

Transformaci rostlinných buněk lze provádět mnoha způsoby: transformaci protoplastů izolovaných DNA, bakteriálními sferoplasty nebo kokultivací s bakté-

riemi použitím kalusových pletiv i pletiv celých rostlin. Jinou možností je inokulace poraněných částí celých rostlin, obvykle jejich hypokotylů a os.

Byla vypracována metoda, která do určité míry kombinuje výhody práce obou typů. Je to tak zvaná disková metoda transformace (Horsch et al., 1985; Rogers et al., 1986; An et al., 1986). Je vhodná v případech, v nichž se používá vektorů, které vnašejí do rostlinného genomu selektované geny (pro rezistenci k antibiotikům hygromycinu, kanamycinu, metotrexátu), ale ne geny pro růstové látky. Je však použitelná univerzálně.

Metoda spočívá v tom, že disky sterilně vyřezané korkovrtem z listů rostlin, kultivovaných *in vitro*, případně jakékoliv segmenty rostlin (např. os) se inkubují po určitou dobu společně s bakteriemi *Agrobacterium*. Pak se přenesou na agarovou půdu pro kultivaci rostlinných pletiv podle Murashigeho a Skooga (1962) nebo obdobnou, která obsahuje antibiotikum, umožňující selekci transformovaných buněk. Používáme u nás běžně dostupný kanamycin, který vyrábí Medexport (SSSR) a k eliminaci bakterií *Agrobacterium* používáme Ticarcilin (Beecham Laboratories, Anglie). Kanamycin obvykle aplikujeme v koncentraci 200 mg/l a Ticarcilin v koncentraci 500 mg/l. Pro regeneraci rostlin z transformovaných buněk se do média přidávají růstové látky. Pro tabáky a petunie se nám osvědčilo přidávat benzylaminopurin (1 mg/l) a kyselinu  $\alpha$ -naftyloctovou (0,1 mg/l). Tyto koncentrace pro tabák a petunii uvádějí Horsch et al. (1985). Po počátečním nárůstu nepatrných kalusových pletiv na řezných plochách se objevují diferencované pupeny, ze kterých později vyrůstají osy bez kořenů. Ty se asi po měsíci (když dosáhnou velikosti zhruba 1 cm) přenesou na médium s antibiotiky, ale bez růstových látek, kde zakoření a pak je možné je přenášet do půdy. Každý rostlinný objekt však má jiné požadavky pro kalogenezi a organogenezi. Je nutné znát a vyzkoušet předem optimální variantu pro objekt, který chceme transformovat. Někdy se segmenty postupně přenášejí na dvě média, první pro kalogenezi a druhé pro organogenezi.

Kultivaci s bakteriemi v naší laboratoři provádíme modifikací metody, kterou navrhli Rogers et al. (1986), ve dvou krocích. V prvním se segmenty listů krátce ponoří do husté suspenze bakterií a nechají se vyschnout v proudu sterilního vzduchu. Ve druhém kroku se segmenty listů přenesou na Petriho misky, které obsahují médium podle Murashigeho a Skooga (1962) pokryté vrstvou buněk tabáku, získanou ze suspenzní kultury. Buňky tabáku se předem nechají vyrůst asi dva týdny, takže v době využití pro diskovou metodu vytvářejí vrstvu silnou 2–4 mm. Buňky tabáku jednak inhibují nadměrné množení bakteriálních buněk a jednak aktivují bakteriální geny, jejichž produkty podmiňují přenos T-DNA do rostlinného genomu. Na vrstvě buněk tabáku kultivujeme disky tři dny. Na médiu, na které po působení rostlinné segmenty přeneseme, regenerují pupeny a osy rezistentní ke kanamycinu. Stupeň rezistence je značný až do koncentrace 1 g kanamycinu na litr média. Netransformované rostliny tabáku, petunie a bramboru hynou již při koncentraci 50 až 200 mg kanamycinu na litr média.

U některých objektů je obtížné složením média navodit podmínky pro účinnou regeneraci transformovaných rostlin v jediném kroku. Pak je výhodné využít binárního vektoru, který obsahuje pomocný plazmid Ti (nebo Ri) s celou T-DNA. Po selekci na médiu s kanamycinem pak vznikají dva typy transformovaných pletiv:

1. Pletiva, jejichž buňky ve svých jádrech obsahují T-DNA pomocného plazmidu Ti (Ri) i vektorového mikroTi plazmidu, který obsahuje gen pro rezistenci ke kanamycinu, ale ne geny pro syntézu auxinů a cytokininů.
2. Pletiva, která obsahují jen T-DNA mikroTi plazmidu. Regeneranti z nich odvození se fenotypově odlišují od kontroly pouze rezistencí ke kanamycinu.

Třetí typ, tj. pletiva obsahující pouze T-DNA pomocného plazmidu Ti (Ri) nevznikají, protože transformované buňky tohoto typu nejsou schopné se dělit na kanamycinu právě tak, jako netransformované buňky.

Často dochází k takové situaci, že pletiva, obsahující pouze T-DNA vektorového plazmidu, by na použitém médiu neregenerovala rostliny, pokud by byla přítomna jako jediný typ transformantů, ale jsou schopna regenerace v interakci s buňkami pletiv prvního typu, které jim dodávají růstové látky. V závislosti na rostlinném objektu, použitým kmení *agrobakteria* a živném médiu mohou regenerovat modifikované rostliny i pletiva, obsahující oba typy T-DNA. Rozlišení u diferencovaných pletiv provádíme na základě detekce tumorově specifických látek — opinů a pak definitivně a jednoznačně metodou, která umožňuje zjistit T-DNA v obrovském přebytku DNA rostlinného genomu, Southernovou hybridizací. Pro předběžné testy ovšem tato metoda není nutná.

Jestliže diferencují pouze pletiva obsahující T-DNA plazmidu Ti (Ri) i vektorového plazmidu, lze často dosáhnout regenerace kvetoucích rostlin. V jejich potomstvu pak vyštěpí a hledané typy, které obsahují ve svém genomu pouze T-DNA vektorového plazmidu.

## NÁVRH OPTIMALIZACE EXPERIMENTÁLNÍHO POSTUPU PŘI TRANSFORMACI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ DVOJDĚLOŽNÝCH ROSTLIN

Požadavky dvojděložných rostlin pro růst a regeneraci jsou ve tkáňové kultuře každého druhu jiné a složení média i další faktory kultivace je třeba empiricky modifikovat. Již brzy budou k dispozici různé klonované geny, vhodné ke vnášení do genomu kulturních rostlin i u nás a je třeba se na jejich využití připravit. Bylo by dobré již nyní mít v předstihu vypracovanou diskovou metodu pro jednotlivé typy kulturních dvojděložných rostlin. Tento úkol ovšem nemohou zvládnout malé skupiny pracovníků, zabývajících se transformací. Je třeba spolupráce pracovníků na tkáňových kulturách nejrozličnějších kulturních rostlin, ke které chceme tímto článkem inspirovat.

Disková metoda transformace je vlastně specifickou metodou navozování somatické embryogeneze. Celý proces bude nejlépe rozložit na tyto dílčí kroky:

1. Zjištění citlivosti daného druhu či genotypu na transformaci různými kmeny baktérií *Agrobacterium*. Zde je možné k diskové metodě používat binárních vektorů *Agrobacterium* s nemodifikovanou T-DNA a sledovat vznik transformovaných tumorů (kořenů). Již v této fázi je však možné doporučit využití binárního vektoru s vektorovým plazmidem, který vnáší do genomu gen pro rezistenci ke kanamycinu. Využití selekce na kanamycin zjednodušuje první fáze detekce transformovaných pletiv.

2. Zjištění citlivosti transformovaných i netransformovaných pletiv ke kanamycinu. Rostlinná pletiva, do jejichž genomu nebyl vnesen chimérický gen pro rezistenci ke kanamycinu, jsou obvykle inhibována kanamycinem v koncentračním rozmezí 10–100 mg/l; čím mladší, menší a rychleji se dělicí pletivo, tím je citlivější. Inhibice se obvykle projevuje zastavením růstu a žloutnutím, neschopností kalogeneze, organogeneze i rizogeneze; poslední test je vůbec nejcitlivější. Transformovaná pletiva tabáku po transformaci vektorem pGA472 rostou dobře na kanamycinu obvykle až do koncentrace 1 gram na litr média.

3. Zjištění vhodné koncentrace růstových látek v médiu, která vede ke kalogenezi a organogenezi poraněných pletiv v místě poranění.

4. Získání transformovaných pletiv, rezistentních ke kanamycinu.

## PŘÍKLAD EXPERIMENTÁLNÍHO POSTUPU

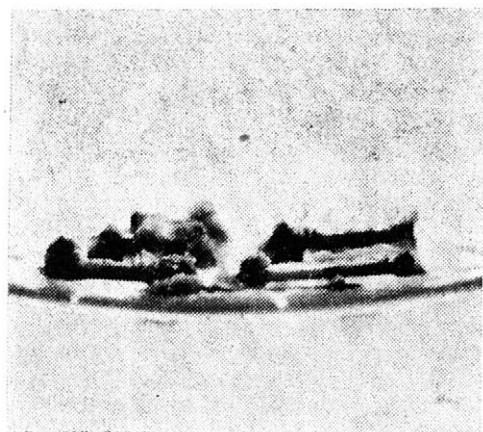
U nás jsme tyto otázky řešili modelově na tabáku a na bramboru. Některé získané výsledky zde uvedeme pro ilustraci, která by mohla současně inspirovat další pracovníky, zabývající se tkáňovými kulturami, k obdobným pokusům na jiném materiálu, u jiných druhů dvojděložných rostlin.

Kultury sterilních prýtů různých odrůd bramboru, které používáme v našich pokusech, jsme získali od dr. Kostřici z Výzkumného a šlechtitelského ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě. Pro ovlivnění jsme užívali segmenty internodií o délce asi 2 cm (obdobu listových disků, osvědčily se nám u tohoto materiálu lépe). Internodia byla ovlivněna třemi kmeny baktérií *Agrobacterium*:

1. *Agrobacterium tumefaciens* Bo542 je vysoce virulentní kmen, který indukuje tumory, jež produkují tumorové specifické látky, opiny (obr. 4). V našich pokusech kmen obsahuje ještě vektorový mikroTi plazmid pGA472 (An et al., 1985) — obr. 3.

2. Kmen *A. tumefaciens* C58C1 (pRiA4b)(pGA472) je kmen, v němž původní plazmid Ti byl nahrazen plazmidem Ri z *A. rhizogenes*. Pletiva, obsahující v genomu T-DNA pomocného plazmidu Ri, rostou jako kořeny, ze kterých často vyrůstají diferencované osy. Kmen obsahuje také vektorový plazmid pGA472. Asi dvě třetiny kořenových kultur, odvozených tímto bakteriálním kmenem, jsou schopné růst na médiích s vysokými koncentracemi kanamycinu.

3. Kmen *A. tumefaciens* (pAL4404) (pCB1339) obsahuje plazmid Ti zbavený vlastní T-DNA. Jeho význam spočívá v tom, že svými geny virulence umožňuje



4. Nárůst tumorových pletiv na konci segmentů internodií bramboru odrůdy 'Oreb' za čtyři týdny po kultivaci s bakteriemi *A. tumefaciens* Bo542 (pGA472)



5. Nárůst modifikovaných os na řezných plochách listových segmentů bramboru odrůdy 'Kamýk' za čtyři týdny po kultivaci s bakteriemi *A. tumefaciens* (pAL4404) (pCB1339)

vnášení a integraci T-DNA pCB1339 do genomu rostlinných buněk. Plazmid pCB1339 je odvozen od pGA472 tak, že v jeho cílovém místě pro restrikční endonukleázu BamH I je inzerován gen pro syntézu cytokininů z T-DNA *A. tumefaciens* (gen 4). Kmen tedy vnáší do rostlinného genomu jedinou T-DNA, která obsahuje geny pro rezistenci ke kanamycinu a pro syntézu cytokininů. V důsledku syntézy cytokininů transformovaná pletiva na médiu podle Murashigeho a Skooga (1962) bez

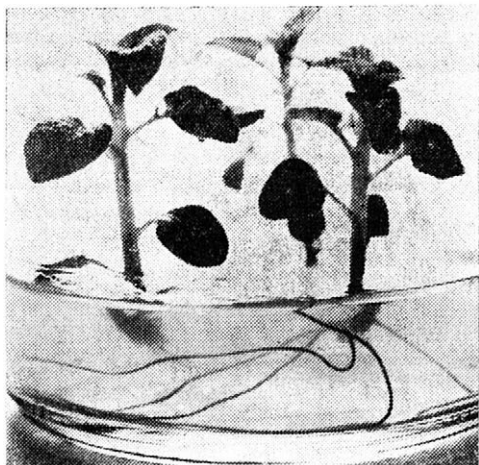
I. Hodnocení nárůstu pletiv, rezistentních ke kanamycinu po působení binárních vektorů obsahujících na vektorovém plazmidu gen pro rezistenci ke kanamycinu, na segmenty internodií os

| Odrůda | <i>A. tumefaciens</i><br>Bo542 (pGA472) |            |      | <i>A. tumefaciens</i><br>C58C1 (pGA472) |            |      | <i>A. tumefaciens</i><br>(pAL4404) (pCB1339) |            |     |
|--------|-----------------------------------------|------------|------|-----------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|-----|
|        | internodií                              |            |      | internodií                              |            |      | internodií                                   |            |     |
|        | celkem                                  | s nárůstem | %    | celkem                                  | s nárůstem | %    | celkem                                       | s nárůstem | %   |
| Apta   | 18                                      | 6          | 33,3 | 18                                      | 17         | 88,9 | 40                                           | 1          | 2,5 |
| Blaník | 101                                     | 24         | 23,8 | 70                                      | 21         | 30,0 | 40                                           | 0          | 0   |
| Boubín | 115                                     | 42         | 36,5 | 42                                      | 16         | 38,1 | 30                                           | 0          | 0   |
| Kera   | 96                                      | 33         | 34,4 | —                                       | —          | —    | 30                                           | 0          | 0   |
| Karin  | 52                                      | 50         | 96,8 | —                                       | —          | —    | —                                            | —          | —   |
| Kamýk  | 39                                      | 35         | 89,7 | 76                                      | 12         | 15,8 | 40                                           | 3          | 7,5 |
| Oreb   | 93                                      | 23         | 24,7 | 53                                      | 21         | 40,4 | 50                                           | 0          | 0   |
| Zvíkov | 97                                      | 11         | 11,3 | 58                                      | 10         | 17,2 | 30                                           | 2          | 6,7 |
|        | 611                                     |            |      | 318                                     |            |      | 260                                          |            |     |

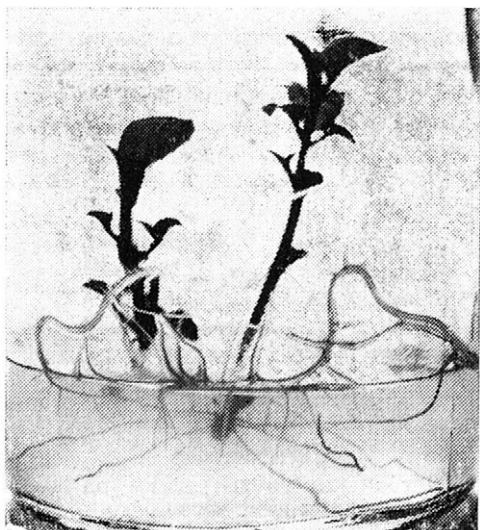
\* — Reakce každého segmentu byla hodnocena jako celek

(—) — netestováno





6. Klon netransformovaných rostlin bramboru odrůdy 'Zvíkov' kultivovaných *in vitro*



7. Klon regenerovaných rostlin bramboru odrůdy 'Zvíkov', transformovaných bakterií *A. tumefaciens* C58C1 (pRiA4b) (pGA472)



8. Transformovaná pletiva, indukovaná kmenem *A. tumefaciens* (pAL4404) (pCB1339)

růstových látek diferencují výhony bez kořenů (obr. 5). Ve srovnání s oběma dříve uvedenými kmeny (tab. I), tento kmen indukuje nárůst pletiv jen u malého počtu inokulovaných míst. U zbývajících dvou kmenů k indukci transformovaných pletiv dochází asi u poloviny internodií. Rozdíly mezi jednotlivými odrůdami bramboru se v pokuse rovněž projeví. Jejich přesné vyhodnocení by vyžadovalo podstatně větší rozsah, ale nebylo to účelem pokusu. Popsaný experiment ilustruje, jakým způsobem lze provádět první fázi studia možnosti transformace jednotlivých druhů kulturních rostlin vektory, založenými na *A. tumefaciens*, tedy první část uvedeného schématu, tj. testování citlivosti objektu na transformaci bakteriemi *Agrobacterium*. Ukazuje se, že brambor je druh se střední citlivostí k transformaci bakteriemi *A. tumefaciens*. U vysoce citlivých druhů, například tabáku, dochází po aplikaci kmene *A. tumefaciens* (pAL4404)(pCB1339) k transformaci téměř všech segmentů (Ondřej, Vlasák, nepublikováno). V průběhu další kultivace na médiu bez růstových látek s kanamycinem transformovaná pletiva, indukovaná *A. tumefaciens* Bo542 (pGA472), rostla vždy jako nediferencovaná. Pletiva, indukovaná kmenem *A. tumefaciens* C58C1 (pRiA4b)(pGAA472), vytvářela kořeny. Při další kultivaci z některých kořenových kultur regenerovaly rostliny. Rostliny se vyznačovaly silně vyvinutým kořenovým systémem a plagiotropií rostoucích ko-

řenů. Kořeny vznikaly i na ose. Osy byly silné a měly velké, tmavě zelené listy (obr. 6, 7). Transformovaná pletiva, indukovaná kmenem *A. tumefaciens* (pAL4404) (pCB1339), rostla jako teratomy, tvořila shluky ztlustlých a zkrácených os s drobnými listy (obr. 8), přičemž osy byly bez kořenů. Některé klony po několika pasážích normalizovaly svůj vzhled, až se podobaly netransformovaným a kořeny byly indukovány po působení kyselinou  $\beta$ -indolylmáseľnou v koncentraci 0,1 mg/l.

Všechny pozorované typy transformantů, získané za tohoto uspořádaní pokusu, zřejmě obsahují T-DNA pomocného i vektorového plazmidu. Syntéza opinů transformovanými pletivy i Southernova hybridizace budou předmětem dalšího sdělení.

## Literatura

- ADANG, J. M. — FIROZABALDY, E. — KLEIN, J. — DE BAER, D. — SEKAR, V. — KEMP, J. D. — MURRAY, E. — ROCHELEAU, T. A. — RASHKA, K. — STAF-FELD, G. — STOCK, C. — SUTTON, D. — MERLO, J. D.: Expression of *Bacillus thuringiensis* insecticidal gene in tobacco plants. In: Molecular Strategies for Crop Protection. A. R. Liss Inc. 1987, s. 345-353.
- AN, G. — WATSON, B. D. — STACHEL, S. — GORDON, M. P. — NESTER, E. W.: New cloning vehicles for transformation of higher plants. EMBO J., 4, 1985, s. 277-284.
- AN, G. — WATSON, B. D. — CHANNES, C. C.: Transformation of tobacco, potato and *Arabidopsis thaliana* using a binary Ti vector system. Pl. Physiol., 81, 1986, s. 301-305.
- BAULCOMBE, D. C. — SAUNDERS, G. R. — BEVAN, M. W. — MAYO, M. A. — HARRISON, B. D.: Expression of biologically active viral satellite RNA from the nuclear genome of transformed plants. Nature, 321, 1986, s. 446-449.
- BEACHY, R. G. — ABEL, P. P. — NELSON, R. S. — ROGERS, S. G. — FRALEY, R. T.: Transgenic plants that express the coat protein gene of TMV are resistant to infection by TMV. In: Molecular Strategies of Crop Protection. A. R. Liss Inc. 1987, s. 205-213.
- COMAI, L. — FRACCIOTTI, D. — HIATT, W. R. — THOMPSON, G. — ROSE, R. E. — STALKER, D. M.: Expression in plants of a mutant *aroA* gene from *Salmonella typhimurium* confers tolerance to glyphosate. Nature, 317, 1985, s. 741-744.
- DE BLOCK, M. — BOTTERMAN, J. — VANDERWIELE, M. — DOCKX, J. — THOEN, C. — GOSSELE, V. — MOVVA, R. N. — THOMPSON, C. — VAN MONTAGU, M. — LEEMANS, J.: Engineering herbicide resistance in plants by expression of a detoxifying enzyme. EMBO J., 6, 1987, s. 2513-2518.
- DELLA CIOPPA, G. — BAUER, S. C. — TAYLOR, M. L. — ROCHESTER, D. E. — KLEIN, K. B. — SHAH, D. M. — FRALEY, R. T. — KISHORE, M. G.: Targeting a herbicide-resistant enzyme from *Escherichia coli* to chloroplasts of higher plants. Biotechnology, 5, 1987, s. 579-584.
- HERNSTADT, C. — SOARES, G. G. — WILCOX, E. R. — EDWARDS, D. L.: A new strain of *Bacillus thuringiensis* with activity against coleopteral insects. Biotechnology, 4, 1986, s. 305-308.
- HORSCH, R. — FRY, J. — HOFFMANN, N. — EICHHOLZ, D. — WALLROTH, M. — ROGERS, S. — FRALEY, R.: A simple and general method for transferring genes into plants. Science, 227, 1985, s. 1229-1231.
- JORGENSEN, R. A.: Synthetic linkages and genetic stability in transgenic plants: implications for breeding. In: Tomato Biotechnology 1987. A. R. Liss Inc. 1987a, s. 179-188.
- JORGENSEN, R. A.: A hybrid seed production method based on synthesis of novel linkages between marker and male sterile genes. Crop Sci., 27, 1987b, s. 806-810.
- LOESCH-FRIES, L. S. — MERLO, D. — ZINNEN, T. — BURHOP, L. — HILL, K. — KRAHN, K. — JARVIS, N. — NELSON, S. — HALK, E.: Expression of alfalfa mosaic virus in transgenic plants confers virus resistance. EMBO J., 6, 1987, s. 1845-1851.
- LOESCH-FRIES, L. S. — HALK, E. — MERLO, D. — JARVIS, N. — NELSON, S. — KRAHN, K. — BURHOP, L.: Expression of alfalfa mosaic virus coat protein gene and anti-sense cDNA in transformed tobacco tissues. In: Molecular Strategies for Crop Protection. A. R. Liss Inc. 1987, s. 221-234.
- MURASHIGE, T. — SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 1962, s. 473-497.
- NELSON, R. C. — ABEL, P. P. — BEACHY, R. N.: Lessons and virus accumulation



in inoculated transgenic tobacco plants expressing the coat protein gene of tobacco mosaic virus. *Virology*, 158, 1987, s. 126-132.

ONDŘEJ, M.: Řízené změny rostlinného genomu. Sbor. ÚVTIZ - Genet. a Šlecht., 21, 1985, č. 1, s. I-IX (Příloha).

POWELL, P. A. — NIELSON, R. S. — DE, B. — HOFFMANN, N. — ROGERS, S. G. — FRALEY, R. T. — BEACHY, R. N.: Delay of disease development in transgenic plants that express the mosaic virus coat protein gene. *Science*, 232, 1986, s. 738-743.

ROGERS, S. G. — HORSCH, R. B. — FRALEY, R. T.: Gene transfer in plants: production of transformed plants using Ti plasmid vectors. *Meth. Enzymol.*, 118, 1986, s. 627-640.

THORNE, L. — GARDUNO, F. — THOMPSON, T. — DECKER, D. — ZOUNES, M. — WILFIELD, A. M. — POLLOCK, T.: Structure similarity between the *Lepidoptera* and *Diptera* specific insecticidal endotoxin genes of *Bacillus thuringiensis* subsp. "kurstaki" and "israelensis". *J. Bacteriol.*, 166, 1986, s. 801-811.

VAECK, M. — REYNAERTS, A. — HÖFTE, H. — JANSSENS, S. — DE BEUCKELEER, M. — DEAN, C. — ZABEAU, M. — VAN MONTAGU, M. — LEEMANS, J.: Transgenic plants protected from insect attack. *Nature*, 327, 1987, s. 33-37.

Došlo dne 27. 4. 1987

**Настоящие цели переноса генов в культурные двудольные растения и экспериментальный метод оптимизации дискового метода трансформации бактериями *Agrobacterium***

В настоящее время в мире проблематика трансформации тканей двудольных растений бактериями рода *Agrobacterium* находится в фазе практического применения в селекции. Уже были опубликованы результаты с созданием устойчивости культурных растений к неселективным гербицидам, вредителям и вирусам. Предложенные методы ядерных генов, при которых используется ядерная пыльцевая стерильность для создания новых, синтетических геновых связей трансформации векторов *Agrobacterium*, находят применение и в наших условиях. Одним из условий приведенных методов является разработка методики трансформации отдельных видов двудольных культурных растений при помощи дискового метода. Дисковый метод трансформации, совместная культивация листовых сегментов или же сегментов ос с бактериями и последующая культивация *in vitro*, при которой трансформируемые клетки селективируют на устойчивость к канамицину, должна быть модифицирована для отдельных видов культурных двудольных растений. В статье предложен и иллюстрируется примером экспериментальный метод оптимизации дискового метода трансформации.

### **Contemporary Targets of Gene Transfer in Cultural Dicotyledonous Plants and an Experimental Procedure for Optimization of the Disk Method of Transformation by the *Agrobacterium* Bacteria**

At present, the problems of tissue transformation in dicotyledonous plants by the bacteria of the genus *Agrobacterium* are in the stage of practical application to breeding practices. The results of inducing the resistance of cultural plants to non-selective herbicides, insect pests and viruses have already been published. A proposed method of nuclear genes using the nuclear sterility of pollen for the formation of new, synthetic gene bonds by transformation through the *Agrobacterium* vectors can be applied also in our conditions. One of the prerequisites of the mentioned procedures is working out the method of transformation of single species of dicotyledonous cultural plants by the disk method. The disk method of transformation, joint cultivation of leaf segments or axial segments with bacteria and the subsequent cultivation *in vitro* during which the transformed cells are selected for resistance to kanamycin, must be modified for single species of cultural dicotyledonous plants. An experimental procedure of the optimization of disk transformation method is proposed and illustrated by an example.

---

#### **Adresa autorů:**

RNDr. Miloš Ondřej, CSc., RNDr. Josef Vlasák, CSc., Ústav experimentální botaniky ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

---