

VĚDECKÝ ČASOPIS

PRO  
ČÍSLO 2  
PRAHA 1-1992



# ROSTLINNÁ VÝROBA

PŘADNÉ ROSTLINY — LUSKOVINY

2

ROČNÍK 38  
PRAHA  
ÚNOR 1992  
ROVYAM 38 (2)  
113-208  
CS ISSN 0370-663X

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD CSFR  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: Doc. ing. Josef Šimon, CSc. (předseda), doc. ing. Pavol Bajči, CSc., ing. Helena Donátová, CSc., prof. ing. Václav Fric, DrSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Alois Chalupa, CSc., prof. ing. Vladimír Krajčovič, prof. ing. Lubomír Minx, DrSc., ing. Timotej Miština, CSc., doc. RNDr. Jan Novák, DrSc., ing. Josef Pařízek, ing. Jaromír Procházka, CSc., prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc., ing. Vlastimil Rasocha, CSc., prof. ing. Jozef Repka, DrSc., doc. ing. Miron Suškevič, DrSc., RNDr. Vladimír Škrdléta, CSc., prof. ing. Václav Vaněk, DrSc., ing. Marie Vánová, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc.

Vedoucí redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná

## OBSAH — Prádné rostliny — Luskoviny

|                                                                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Chalupa A.: Úvodník . . . . .                                                                                                                                                                       | 113 |
| Horák A.: Moření osiva lnu ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) proti dřepčíkům ( <i>Coleoptera</i> , <i>Chrysomelidae</i> ) . . . . .                                                                  | 115 |
| Štaud J.: Analýza příjmu a využití fosforu lnem ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) z hnojiva a z půdní zásoby v průběhu vegetace . . . . .                                                            | 125 |
| Pavelek M.: Reakce odrůd a novošlechtění lnu ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) na fotoperiodu . . . . .                                                                                              | 133 |
| Biedermannová E., Vondryš J.: Vliv inokulace osiva na fixační kapacitu molekulárního dusíku a produkční schopnosti nadzemní a podzemní biomasy u hrachu setého ( <i>Pisum sativum</i> L.) . . . . . | 143 |
| Pastucha L.: Tvorba a redukcia prvkov úrody fazule ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) . . . . .                                                                                                        | 151 |
| Ondřej M.: Rozdíly v odrůdové odolnosti hrachu ( <i>Pisum sativum</i> L.) vůči kořenovým chorobám a hnědé strupovitosti . . . . .                                                                   | 157 |
| Ficnar S.: Vztah enzymové redukce acetylénu k dalším ukazatelům fixace molekulárního dusíku u hrachu ( <i>Pisum sativum</i> L.) . . . . .                                                           | 165 |
| Kadlec M., Létal J.: Vliv organizace výsevků sóje [ <i>Glycine max</i> (L.) Merr.] na proměnlivost kvantitativních znaků . . . . .                                                                  | 171 |
| Hájek D., Mrskoš M., Schwarzbach E.: Vliv šlechtění na výnos hrachu ( <i>Pisum sativum</i> L.) a bobu ( <i>Vicia faba</i> L.) v ČSFR v letech 1971 až 1990 . . . . .                                | 185 |
| Chalupová L.: Topofyzická proměnlivost obsahu dusíkatých látek v semenech hrachu ( <i>Pisum sativum</i> L.) . . . . .                                                                               | 195 |
| Šuška M., Stejskal J.: Elektroforetická identifikace odrůd hrachu ( <i>Pisum sativum</i> L.) analýzou semenných proteinů . . . . .                                                                  | 203 |

## CONTENTS — Fibre plants — Legumes

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Horák A.: Flax seed ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) treatment against the flax-flea beetles ( <i>Coleoptera</i> , <i>Chrysomelidae</i> ) . . . . .                                                               | 115 |
| Štaud J.: The analysis of uptake and the use of phosphorus by flax ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) from the fertilizer and soil stock during the growing season . . . . .                                        | 125 |
| Pavelek M.: The response of varieties and new breeds of flax ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) to photoperiod . . . . .                                                                                            | 133 |
| Biedermannová E., Vondryš J.: The effect of seed inoculation on the fixation capacity of molecular nitrogen and production power above-ground and underground biomass of pea ( <i>Pisum sativum</i> L.) . . . . . | 143 |
| Pastucha L.: Formation and reduction of bean ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) yield components . . . . .                                                                                                           | 151 |
| Ondřej M.: Differences in varietal resistance of pea ( <i>Pisum sativum</i> L.) to root diseases and leaf spot of peas . . . . .                                                                                  | 157 |

**M**onotematické číslo časopisu *Rostlinná výroba*, věnované přádným rostlinám a luskovinám, představuje mozaiku různých samostatných vědních disciplín. Vědečtí pracovníci předložili výsledky své práce ve šlechtění, základní agrotechnice, ochraně proti plevelům a škůdcům, dále poznatky o výživě rostlin i složení produktů a fyziologii.

Přádné rostliny, zastoupené v současné době v čs. sortimentu pěstovaných polních plodin pouze lnem, se objevují opět po dlouhé době v tematickém čísle časopisu *Rostlinná výroba*, a to zejména proto, že v letošním roce si připomínáme výročí 50 let založení výzkumného ústavu v Šumperku jako pracoviště soustřeďujícího celou problematiku této plodiny. Celé tematické číslo je proto věnováno připomínce tohoto výročí, čímž chce ústav dokumentovat úspěšnost i potřebnost výs edků své práce, přičemž neupírá právo na řešení a konfrontaci ani jiným pracovištím v oboru.

Výzkumný ústav technických plodin a luskovin v Šumperku vznikl v roce 1942 v době celosvětového válečného konfliktu, tedy v období vážných ekonomických problémů, pro něž nebylo možné dokončit výstavbu pracoviště v zamýšleném rozsahu. Poválečné období, zejména období kolektivizace zemědělství, kladlo jiné nároky na potřeby rozvoje ústavu. Vznik nových oborů přispěl k rozdělení problematik, a tak i k formování profilu ústavu. Objev syntetických vláken umožnil přesun problematiky výzkumu kvality lněného vlákna do Výzkumného ústavu lýkových vláken. Zcelování pozemků a úbytek pracovníků v zemědělství pak daly podnět k řešení problematiky mechanizace či ochrany porostů proti plevelům. Od původně zamýšlené významné geneticko-šlechtitelské instituce, která dala vznik celé řadě odrůd přádného lnu, které po dlouhou řadu let patřily k základním odrůdám pěstovaným v zemědělské praxi, přecházel ústav k úkolům nezbytně potřebným pro řešení základních potřeb zemědělského provozu.

V současném období, kdy původní náplň výzkumné práce ústavu je přibližně ukončena, je patrný stejným dílem zájem jak o základní otázky pěstování plodiny, tak o vědní disciplíny, které zdánlivě s rostlinnou výrobou nesouvisí. Sběrka genetických zdrojů se počítá k největším v Evropě, využívání chemických látek na ochranu porostů proti plevelům, které bylo prosazeno u přádného lnu, znamenalo rozhodující krok pro udržení textilní výroby v Československu. To vše patří mezi největší aktiva ústavu a jeho vědeckých pracovníků.

V pozdějším období, přibližně v roce 1952, byly k problematice přádných rostlin přiřazeny luskoviny; velmi rychle se formoval tým odborných pracovníků, který přispěl k dnešní vysoké úrovni a k dobrému jménu luskovin nejen v zemědělské prvovýrobě, ale i v okruhu vě-



deckých institucí v zahraničí. Řada poznatků z šlechtitelské metodologie, zavádění specializovaných technologií na závodech, ale i osvětová činnost v praxi získaly ústavu dobré jméno při pěstování všech druhů luskovin.

Změny požadavků zemědělské praxe v celé historii ústavu znamenaly i změny v koncepci výstavby i ve složení výzkumných týmů. Tak, jak bylo administrativně ukončeno šlechtění přadných rostlin v letech kolem roku 1950, bylo opět zdůrazněno po administrativním připojení specializovaných šlechtitelských stanic v roce 1977 k výzkumnému ústavu řešení šlechtitelských problematik. V obojím případě se i dnes ukazuje, jak je nutná vyváženost obsahu řešeného výzkumu vzhledem k potřebám současnosti a jak je nutné aktualizovat výsledky práce k současným podmínkám, které nás formují.

Z řady prací, které byly nabídnuty do tohoto tematického čísla, bylo možné vybrat jen některé, nicméně všechny prokazují odbornou aktuálnost.

Přadné rostliny i luskoviny dnes prožívají opět období svého rozkvětu. Co se týká přadných rostlin, svět znovu objevil přednosti přírodního vlákna před umělým, v textilní výrobě jsou výrobky ze lnu nejen módní záležitostí, ale uplatňuje se zde hlavně hledisko zdravotní. V daleko širší míře bude textilní vlákno používáno jako náhrada dřevní hmoty pro výrobu papíru, úspěšně byly ukončeny pokusy s mineralizací lněného vlákna jako náhražky azbestu v ohnivzdorných textiliích. Přírodní vlákno má levnou výrobu, což z ekonomického hlediska znovu upoutává pozornost.

Změny struktury zemědělské výroby, nedostatek statkových i nákladnost minerálních hnojiv, význam předplodinové hodnoty a pleveľohubné účinky luskovin, bílkovinný obsah a jakost luskovin soustřeďují pozornost do okruhu plodin, jako je hrách, sója, fazol, čočka pro potravinářské účely, a na bob a vikev pro výživu hospodářských zvířat. Není třeba mít obavu o pěstování těchto plodin, na které je zaměřena práce našeho ústavu i tohoto čísla.

Ing. Alois Chalupa, CSc.



# MOŘENÍ OSIVA LNU (*LINUM USITATISSIMUM* L.) PROTI DŘEPČÍKŮM (*COLEOPTERA*, *CHRYSOMELIDAE*)

Antonín Horák

Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk -  
-Temenice

Dřepčík lnový (*Longitarsus parvulus* Payk.) a dřepčík pryšcový (*Aphthona euphorbiae* Schrank.) patří k nebezpečným škůdcům vzházejícího lnu (*Linum usitatissimum*). V ČSFR se proto moří osivo lnu lindanem (Lindram 50/35 WP) nebo carbofuranem (Furadan 35 ST). V polních pokusech byl zkoušen Promet 400 CS (účinná látka furathiocarb). U Prometu 400 CS, který je dodáván jako mikrokapslová formulace, je deklarována relativně nízká toxicita, což je důležité při moření a při manipulaci. Furathiocarb vykazoval spolehlivý účinek proti dřepčíkům ( $P < 0,0005$ ), nepůsobil fytotoxicky a příznivě ovlivnil některé výnosové a jakostní znaky. Jsou uvedeny výsledky poloprovozního moření na mořiči Rotostat.

V ČSFR je moření osiva nejpoužívanějším způsobem ochrany lnu (*Linum usitatissimum*) proti dřepčíkům (*Aphthona euphorbiae* Schrank., *Longitarsus parvulus* Payk.). Problémem však je výběr vhodného insekticidního mořidla, které by vyhovovalo nejen vysokým nárokům pěstitelů, ale obstálo by i z hledisek hygienicko-toxikologických a ekologických.

V mnohaletých polních pokusech (Horák, 1980; 1984; 1988) jsme hledali insekticidy, kterými bychom kvalitně a přitom bezpečně namořili osivo lnu. Zaměřili jsme se mj. na Promet 400 CS, u kterého výrobce deklaruje příznivé hygienicko-toxikologické vlastnosti (Ciba — Geigy, 1988). Posoudili jsme nejen účinnost proti škůdcům, ale i působení na výnos a jakost stonkového a třeného lnu.

## MATERIÁL A METODA

K moření v roce 1989 byly použity přípravky: fungicid Pomarsol Forte 80 WP, účinná látka thiram (80 %), výrobce Bayer AG, SRN, dávka 3 kg  $\cdot$  t<sup>-1</sup> osiva; insekticidy Furadan 35 ST, carbofuran (350 g  $\cdot$  l<sup>-1</sup>), FMC Chemikalien GmbH, Rakousko, 4 l  $\cdot$  t<sup>-1</sup>; Promet 400 CS, furathiocarb (400 g  $\cdot$  l<sup>-1</sup>), Ciba—Geigy AG, Švýcarsko, 3, 4 a 5 l  $\cdot$  t<sup>-1</sup>; Oncol 40 CS, benfuracarb (400 g  $\cdot$  l<sup>-1</sup>), Mitsubishi Corp., Japonsko, 4 a 5 l  $\cdot$  t<sup>-1</sup>.

Osivo lnu odrůdy Belan (hmotnost 1000 semen 5,350 g, klíčivost 96,2 %) bylo namořeno 3. května na mořiči Mini Rotostat Model 300 (výrobce ICI Plant Protection Division, UK). Navážky osiva (2 kg) byly předvhlčeny insekticidem a pak zaprášeny Pomarsolem Forte 80 WP.

Účinnost mořidel byla sledována v nádobových pokusech založe-

ných 10. května a 9. srpna. Hodnotila se mortalita dřepčků v plexi-komůrkách (Horák, 1984). Brouci, nasmykáni na chemicky neošetřeném lnu, byli vysazováni do komůrek 23. května a 14. srpna v počtu 10/1 komůrka při čtyřech opakováních. Po 48 h byla zaznamenána mortalita.

Polní maloparcelkový pokus byl založen metodou čtyř znáhodněných bloků: setí Öyordem 4. května v Šumperku, pH 5,4–5,8, sklizňová parcela 9,82 m<sup>2</sup>, trhání sklizečem LK-4 T, po máčení zpracování na potěrací turbíně UTR 48.

Hodnocené znaky: klíčivost semen (%) podle ČSN 46 0610, počet rostlin/1 m<sup>2</sup>, počet požerků dřepčků/1 rostlina (průměr z 10 rostlin/1 parcela), celková a technická délka rostlin podle ČSN 46 2420 (cm) a tloušťka stonků (mm) (průměr z 50 rostlin), výnos stonků (t . ha<sup>-1</sup>), výnos (t . ha<sup>-1</sup>), výdajnost (%) a číslo jakosti (Č<sub>tex</sub>) třeného lnu podle ON 80 1011.

Statistické hodnocení: Cochranův test homogenity rozptylů, analýza rozptylu dvojného třídění. S cílem posílit aditivitu a snížit závislost rozptylu na průměru byla některá data transformována ( $\log \sqrt{x_{ij} + 1}$ ,  $\sqrt{x_{ij}}$ ,  $\arcsin \sqrt{x_{ij}}$ ). Průkaznost rozdílů mezi průměry byla hodnocena pomocí  $D_{T(\alpha)}$  (Tukey).

V roce 1990 (21. února) jsme v Krajském semenářském podniku Choceň namořili 12 t osiva lnu odrůdy Horan (hmotnost 1000 semen 5,043 g, klíčivost 93,5 %). Mořilo se na Rotostatu No. R 110 (ICI PPD a Link Industrial Design, UK). Aplikovaná mořidla: fungicid Wolfen Thiuram 85, thiram (85 %), VEB Berlin Chemie, SRN, 2,1 kg . t<sup>-1</sup> a Promet 400 CS, 3,5 l . t<sup>-1</sup>. Mořička byla nastavena na dávkování 395 ml / 35 kg osiva, což odpovídalo dávkování vodní suspenze mořidel 11,3 l . t<sup>-1</sup>.

Namořené osivo bylo vyseto v zemědělském družstvu Sázavka (Východočeský kraj) a po vzejití hodnoceno 8. května. Porovnával se pozemek ošetřený suspenzí Wolfen Thiuram 85 + Promet 400 CS s pozemkem, kde byl vyset len namořený Lindramem 50/35 WP. Prohlídkou 6 × 10 rostlin byl hodnocen průměrný počet požerků/1 rostlina, podobně byl hodnocen počet rostlin. Aritmetické průměry transformovaných dat  $\ln(x_{ij} + 1)$ ,  $\sqrt{x_{ij}}$  byly testovány Studentovým *t*-testem.

Byla také sledována závislost klíčivosti namořených semen na době skladování (12 měsíců). Korelace byla vyjádřena pomocí Spearmanova koeficientu pořadové korelace ( $r_s$ ).

## VÝSLEDKY

### Pokusy v roce 1989

Nádobový pokus: Zjištěná průměrná mortalita brouků jarního pokolení kolísala v rozpětí 68,9–76,8 % u Prometu 400 CS a 83,4–95,0 % u Oncolu 40 CS a byla vyšší než u Furanu 35 ST (59,4 %). Účinnost mořidel proti broukům letního pokolení u osiva vysetého po 98 dnech skladování byla obdobná. Vedle požerového účinku, který vedl k mortalitě dřepčků, se v komůrkách projevil repelentní účinek — přežívající brouci se ošetřeným rostlinám vyhýbali (tab. I).

I. Účinnost insekticidních mořidel proti dřepčíkům *Aphthona euphorbiae* a *Longitarsus parvulus* na lnu (*Linum usitatissimum*); nádobový pokus v Šumperku (1989) — Efficacy of insecticide seed treatment against large flea-beetle, *Aphthona euphorbiae*, and flax flea-beetle, *Longitarsus parvulus*, on flax (*Linum usitatissimum*); pot trial performed at Šumperk (1989)

| Mořidla <sup>a1</sup><br>(l.t <sup>-1</sup> ) | Mortalita brouků <sup>4</sup> (%)<br>dny po zasetí <sup>3</sup> |                         |                 |                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
|                                               | 16 <sup>b</sup>                                                 | $\arcsin \sqrt{x_{ij}}$ | 10 <sup>c</sup> | $\arcsin \sqrt{x_{ij}}$ |
| Kontrola <sup>2</sup>                         | 10,0                                                            | 15,860                  | 2,5             | 4,610                   |
| Furadan 35 ST (4)                             | 59,4                                                            | 50,728                  | 75,0            | 60,640                  |
| Promet 400 CS (3)                             | 76,8                                                            | 64,683                  | 40,5            | 38,923                  |
| Promet 400 CS (4)                             | 68,9                                                            | 56,835                  | 72,5            | 59,198                  |
| Promet 400 CS (5)                             | 71,4                                                            | 61,445                  | 72,5            | 62,303                  |
| Oncol 40 CS (4)                               | 95,0                                                            | 80,780                  | 67,5            | 56,250                  |
| Oncol 40 CS (5)                               | 83,4                                                            | 69,473                  | 82,5            | 68,943                  |
| <i>F</i>                                      |                                                                 | 7,99 <sup>d</sup>       |                 | 10,77 <sup>d</sup>      |
| <i>D<sub>T</sub></i> (0,1)                    |                                                                 | 30,238                  |                 | 28,016                  |
| <i>D<sub>T</sub></i> (0,001)                  |                                                                 | 53,347                  |                 | 49,426                  |

<sup>a</sup> + Pomarsol Forte 80 WP (3 kg)

<sup>b</sup> setí<sup>5</sup> 10. 5. namořené osivo skladováno<sup>6</sup> 8 dnů<sup>7</sup>

<sup>c</sup> setí 10. 8. namořené osivo skladováno 98 dnů

<sup>d</sup>  $P < 0,0005$

<sup>1</sup>treating agents, <sup>2</sup>control, <sup>3</sup>days after sowing, <sup>4</sup>mortality of beetles, <sup>5</sup>sowing, <sup>6</sup>treated seed stored, <sup>7</sup>days

Polní maloparcelkový pokus: U variant namořených insekticidy byl zaznamenán nižší počet požerků na děložních lístcích rostlin ( $P < 0,0005$ ) jak 12, tak 15 dnů po zasetí, tedy v období nejvyššího ohrožení lnu (tab. II). Len klíčil a vzcházel normálně bez příznaků fyto-toxicity. U variant s insekticidy byl při sklizni zjištěn vyšší průměrný počet rostlin s tobolekami (tab. III).

S výjimkou varianty Oncol 40 CS (5 l.t<sup>-1</sup>) namoření osiva příznivě působilo na některé sklizňové a jakostní znaky, např. na délku rostlin, výnos stonků a třeného lnu (tab. IV). Přihlédneme-li k hodnotám dalších znaků (tab. III, IV), lze konstatovat, že negativní působení mořidel nebylo prokázáno.

#### Poloprovozní moření v roce 1990

Při moření bylo ověřováno několik technologických postupů. Ukázalo se, že původně navrhované předvlhčení Prometem 400 CS s následným zaprášením Wolfen Thiuramem 85 nemůže být z technických důvodů provedeno pro nedostatečný výkon nasávacích pump. Nejpoužitelnější nakonec bylo kapalně moření vodní suspenzí Wolfen Thiuram 85 + Promet 400 CS. Postupem voda — Wolfen Thiuram 85 — voda — Promet 400 CS za stálého míchání v tanku byla připravena suspenze na 12 t osiva. Optimální moření proběhlo v režimu: vsádka



II. Účinnost insekticidních mořidel proti dřepčíkům *Aphthona euphorbiae* a *Longitarsus parvulus* na lnu (*Linum usitatissimum*); polní pokus v Šumperku (1989) — Efficacy of insecticide seed treatment against large flea-beetle, *Aphthona euphorbiae*, and flax flea-beetle, *Longitarsus parvulus*, on flax (*Linum usitatissimum*); field trial conducted at Šumperk (1989)

| Mořidla <sup>a</sup><br>(l.t <sup>-1</sup> ) | Počet požerků/1 rostlina <sup>4</sup><br>dny po zasetí <sup>3</sup> |                    |      |                     |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|------|---------------------|
|                                              | 12                                                                  | $\log(x_{ij} + 1)$ | 15   | $\log(x_{ij} + 1)$  |
| Kontrola <sup>2</sup>                        | 3,0                                                                 | 0,592              | 11,7 | 1,097               |
| Furadan 35 ST (4)                            | 0,3                                                                 | 0,111              | 2,6  | 0,550               |
| Promet 400 CS (3)                            | 0,4                                                                 | 0,130              | 2,9  | 0,592               |
| Promet 400 CS (4)                            | 0,8                                                                 | 0,243              | 2,4  | 0,537               |
| Promet 400 CS (5)                            | 0,5                                                                 | 0,163              | 1,4  | 0,375               |
| Oncol 40 CS (4)                              | 0,4                                                                 | 0,136              | 1,5  | 0,385               |
| Oncol 40 CS (5)                              | 0,4                                                                 | 0,136              | 0,8  | 0,253               |
| <i>F</i>                                     |                                                                     | 24,09 <sup>b</sup> |      | 120,04 <sup>b</sup> |
| <i>D<sub>T</sub></i> (0,1)                   |                                                                     | 0,147              |      | 0,093               |
| <i>D<sub>T</sub></i> (0,01)                  |                                                                     | 0,260              |      | 0,164               |

<sup>a</sup> + Pomarsol Forte 80 WP (3 kg)

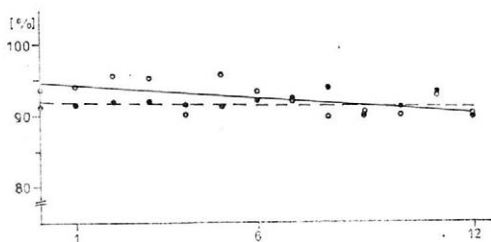
<sup>b</sup>  $P < 0,0005$

For 1–3 see Tab. I, <sup>4</sup>number of beetle feeding notches per plant

osiva — 3 s, aplikace mořidel — 8 s, domíchání a výpad — 4 s/35 kg osiva (= 1 pytel). Negativním průvodním jevem byla pozorovaná lepi-vost mořidel zpomalující tok osiva do ventilových pytlů.

Podobně jako u maloparcelkových pokusů, také v ZD Sázavka, kam bylo namořené osivo expedováno, nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi variantami (tab. V).

Klíčivost semen namořených Prometem 400 CS + Wolfen Thiura-mem 85 po třech a sedmi dnech mírně, avšak statisticky neprůkazně klesala ( $r_s = -0,155$ ;  $-0,023$ ). Porovnáme-li situaci s nemořenou kon-trolou, kde byl pokles klíčivosti nápadnější ( $r_s = -0,511$ ;  $-0,608$ ;  $P < 0,05$ , obr. 1), je zřejmé, že namořené osivo může být skladováno minimálně 12 měsíců.



1. Závislost klíčivosti namořených semen ( $\%$ ) na době skladování (měsíce); ( $n = 13$ ) — Dependence of germination capacity of treated seeds ( $\%$ ) on the time of storing (months); ( $n = 13$ )

○ — kontrola — control

● — mořeno — treated

osa  $x$  — doba skladování (měsíce) —  $x$  axis — time of storing (months)

osa  $y$  — klíčivost ( $\%$ ) —  $y$  axis — germination capacity ( $\%$ )

$r_s = -0,608$  ( $P < 0,05$ ) kontrola — control

$r_s = -0,023$  mořeno — treated

III. Vliv insekticidních mořidel na klíčivost semen a počty rostlin lnu (*Linum usitatissimum*); polní pokus v Šumperku (1989) — The effect of insecticide seed treatment on germination capacity of seeds and numbers of emerged plants (*Linum usitatissimum*); field trial conducted at Šumperk (1989)

| Mořidla <sup>a1</sup><br>(l.t <sup>-1</sup> ) | Klíčivost namořených<br>semen <sup>3</sup> (%) |                   | Počet rostlin/1 m <sup>2</sup> <sup>5</sup> |                              |                                            |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
|                                               | po 3 dnech <sup>4</sup>                        | po 7 dnech        | 14 dnů<br>po zasetí <sup>6</sup>            | při<br>sklizení <sup>7</sup> | z toho rostlin<br>s tobolkami <sup>8</sup> |
| Kontrola <sup>2</sup>                         | 96,5                                           | 97,0              | 2115,2                                      | 2244,4                       | 2040,2                                     |
| Furadan 35 ST (4)                             | 94,5                                           | 97,5              | 2369,4                                      | 2348,6                       | 2122,2                                     |
| Promet 400 CS (3)                             | 94,2                                           | 96,5              | 2231,9                                      | 2295,8                       | 2070,8                                     |
| Promet 400 CS (4)                             | 96,2                                           | 97,5              | 2406,9                                      | 2501,4                       | 2325,0                                     |
| Promet 400 CS (5)                             | 94,0                                           | 95,2              | 2387,5                                      | 2409,7                       | 2194,4                                     |
| Oncol 40 CS (4)                               | 93,8                                           | 96,2              | 2315,3                                      | 2538,8                       | 2309,7                                     |
| Oncol 40 CS (5)                               | 96,0                                           | 97,2              | 2226,4                                      | 2498,6                       | 2165,2                                     |
| F                                             | 1,11 <sup>b</sup>                              | 1,31 <sup>b</sup> | 0,82 <sup>c</sup>                           | 1,16 <sup>c</sup>            | 1,39 <sup>c</sup>                          |

<sup>a</sup> + Pomarsol Forte 80 WP (3 kg)

<sup>b</sup>  $\arcsin \sqrt{x_{ij}}$

<sup>c</sup>  $\sqrt{x_{ij}}$

For 1, 2 see Tab. I, <sup>3</sup>germination capacity of treated seeds, <sup>4</sup>after 3 days, <sup>5</sup>number of plants per 1 m<sup>2</sup>, <sup>6</sup>14 days after sowing, <sup>7</sup>during harvest, <sup>8</sup>of it plants with capsules

IV. Vliv insekticidních mořidel na výnos a jakost stonků lnu (*Linum usitatissimum*); polní pokus v Šumperku (1989) — The effect of insecticide seed treatment on the yield and quality of flax stems (*Linum usitatissimum*); field trial conducted at Šumperk (1989)

| Mořidla <sup>a1</sup><br>(l.t <sup>-1</sup> ) | Délka rostlin <sup>3</sup><br>(cm) |                        | Tloušťka<br>stonků <sup>6</sup><br>(mm) | Výnos stonků <sup>7</sup><br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |                       | Třený len <sup>10</sup>                      |                                         |                                |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
|                                               | celková <sup>4</sup>               | technická <sup>5</sup> |                                         | nemáčených <sup>8</sup>                            | máčených <sup>9</sup> | výnos <sup>11</sup><br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | číslo<br>jakosti <sup>12</sup><br>(tex) | výdajnost <sup>13</sup><br>(%) |
| Kontrola <sup>2</sup>                         | 84,8                               | 72,0                   | 1,31                                    | 5,36                                               | 4,25                  | 0,85                                         | 90,0                                    | 19,9                           |
| Furadan 35 ST (4)                             | 87,2                               | 73,3                   | 1,33                                    | 5,59                                               | 4,48                  | 0,89                                         | 88,0                                    | 19,9                           |
| Promet 400 CS (3)                             | 87,6                               | 73,7                   | 1,36                                    | 5,82                                               | 4,65                  | 0,95                                         | 89,0                                    | 20,5                           |
| Promet 400 CS (4)                             | 84,5                               | 71,7                   | 1,33                                    | 5,62                                               | 4,51                  | 0,91                                         | 91,0                                    | 20,2                           |
| Promer 400 CS (5)                             | 85,4                               | 73,3                   | 1,28                                    | 5,93                                               | 4,72                  | 0,94                                         | 90,0                                    | 20,0                           |
| Oncol 40 CS (4)                               | 88,8                               | 74,3                   | 1,36                                    | 5,70                                               | 4,65                  | 0,91                                         | 91,0                                    | 19,6                           |
| Oncol 40 CS (5)                               | 79,8                               | 68,5                   | 1,19                                    | 5,87                                               | 4,67                  | 0,94                                         | 90,0                                    | 20,1                           |
| F                                             | 2,06                               | 1,7                    | 0,65                                    | 1,13                                               | 1,47                  | 1,16                                         | 0,26 <sup>b</sup>                       | 1,23 <sup>b</sup>              |

<sup>a</sup> + Pomarsol Forte 80 WP (3 kg)

<sup>b</sup>  $\arcsin \sqrt{x_{ij}}$

For 1, 2 see Tab. I, <sup>3</sup>length of plants, <sup>4</sup>total, <sup>5</sup>technical, <sup>6</sup>thickness of stems, <sup>7</sup>yield of stems, <sup>8</sup>unretted, <sup>9</sup>retted, <sup>10</sup>scutched flax, <sup>11</sup>yield, <sup>12</sup>quality number, <sup>13</sup>yielding capacity

V. Promet 400 CS — vliv na vzházivost lnu (*Linum usitatissimum*) a účinnost proti dřepčíkům (*Halticinae*) v ZD Sázavka — Promet 400 CS — the effect on emergence rate of flax (*Linum usitatissimum*) and the efficacy against flea-beetles (*Halticinae*) on the Cooperative Farm Sázavka

| Mořidla <sup>1</sup>                    | Dávka na 1 t osiva <sup>2</sup> | Průměrný počet rostlin/1 m <sup>2</sup> <sup>3</sup> | Průměrný počet požerků dřepčíků/1 rostlina <sup>4</sup> |
|-----------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Lindram 50/35 WP                        | 8,0 kg                          | 1800,0                                               | 1,65                                                    |
| Wolfen Thiuram 85<br>+<br>Promet 400 CS | 2,1 kg<br>+<br>3,5 l            | 2022,2                                               | 1,36                                                    |
| t-test                                  |                                 | 1,092 <sup>a</sup>                                   | 1,086 <sup>b</sup>                                      |

<sup>a</sup>  $\sqrt{x_{ij}}$

<sup>b</sup>  $\ln(x_{ij} + 1)$

<sup>1</sup>treating agents, <sup>2</sup>rate per 1 t of seed, <sup>3</sup>average number of plants per 1 m<sup>2</sup>, <sup>4</sup>average number of flea-beetles notches per plant

## DISKUSE

Preventivní moření osiva lnu lindanem bylo vynuceno kalamitnými výskyty dřepčíků v padesátých letech. Popruchy chlorovanými uhlovodíky měly krátkodobý účinek a nezabránilly dalšímu rozmnožování a následným kalamitám. Hlavní výhody moření osiva lnu Hermalem L proti houbovým chorobám a škůdcům byly spatřovány v tom, že rostliny byly chráněny minimálně 16 dnů po vzejití, že byly dosaženy značné úspory výrobních nákladů, byly plně odstraněny práce spojené s poprašováním porostů a bylo dosaženo vyrovnanější sklizně co do množství i kvality (Rataj, 1961). Také v našich pokusech bylo příznivé působení mořidel patrné zvláště u výnosu nemáčených a máčených stonků a u výnosu třeného lnu.

Celosvětový trend v omezování chlorovaných uhlovodíků ovlivnil i situaci v moření. V ČSFR například nesmí být Lindram 50/35 WP používán ve vnitřní části druhého pásma hygienické ochrany zdrojů podzemních i povrchových vod.

Tím byl vytvořen prostor pro aplikaci karbamátových mořidel, jejichž používání sice zvýšilo rizikovost práce, z ekologického hlediska jsou však patrně přijatelnější než chlorované uhlovodíky. Příkladem je Furadan 35 ST, který byl povolen k moření lnu v roce 1982 a jehož registrace byla podmíněna zpracováním technologického postupu moření tekutými dispergovatelnými koncentráty a expertním posouzením mořiček Gustafson S-100 SS a Gompper 150 (Horák, Rataj, 1978; Otrubová, 1981; 1984; Horák, 1985).

Existuje množství publikovaných poznatků, které se při porovnávání chlorovaných uhlovodíků a karbamátů pokusili shrnout Horák, Rataj (1978) a Ondřej, Horák (1984). Hodnotíme-li lindane (chlorovaný uhlovodík) a carbofuran (karbamát) z hlediska dopadů na ekosystémy (degradace a perzistence v půdě, koloběh v potravních řetězcích), pak navzdory předsudkům z hodnocení vychází lépe carbo-

furan. Na půdách, kde dochází k opakované aplikaci karbamátů, je jejich perzistence navíc redukována procesem zrychlené degradace reziduí (Suett, 1986). Jen obtížně však lze odhadovat rizika mobility karbamátů a dalších půdních pesticidů v podzemních vodách.

Za hlavní nevýhodu carbofuranu je považována značná akutní orální toxicita vyvolávající obavy pracovníků mořících osivo. Potřeba zlepšeného pracovního prostředí u mořiček si i v Československu lokálně vynutila provedení nezbytných úprav, ke kterým obecně patří filtrace a recyklace s častým vzorkováním (Horner, 1988). Tyto kroky jsou logicky podmíněny změnami v technologii umožňující přesné dávkování a potřebný výkon — nezbytné aspekty obchodování se semeny (Elsworth, 1988). Právě tyto důvody vedly naše výrobce osiv k orientaci na mořičky typu Gompper 150 a Rotostat.

Vyšší akutní toxicitu karbamátů doporučených k moření osiva se výrobcí snaží kompenzovat vývojem bezpečnějších formulací. Vychází se z poznatků, že nízká ulpívatelnost práškovitých mořidel vede k poddávkování za vzniku nebezpečného prachu (Elsworth, 1988; Koch, Spieles, 1988). Retence se zlepšuje po aplikaci tekutých formulací, i když uniformita namoření je i v tomto případě nízká — koeficient variability 300 % (Elsworth, 1988). Vývojem mikrokapslové formulace Prometu 400 CS s hodnotou orální toxicity pro krysu  $LD_{50} > 3000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  se zřejmě podařilo podstatně snížit rizika při moření —  $LD_{50}$  technického furathiocarbu  $53 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Meier, 1990).

Již v roce 1983 se prokázalo (Horák, 1984), že v účinnosti proti dřepčíkům na lnu se furathiocarb (Deltanet 40 EC) vyrovnává carbofuranu, přičemž hodnota  $LD_{50}$  akutní orální toxicity pro krysu je u furathiocarbu 3,8—6,6krát vyšší než u technického carbofuranu (Ciba — Geigy, 1988; FMC Corporation, B. r.). V dalších letech byla vysoká biologická účinnost furathiocarbu prokázána u dostupných formulací (Promet 666 SCO, Promet 300 EW) (Horák, 1988) a v této práci i u Prometu 400 CS.

K moření lnu se navrhuje dávka  $4 \text{ l} \cdot \text{t}^{-1}$ . Lepivosti Prometu 400 CS při moření lze částečně čelit plněním osiva do otevřených pytlů a dodržením technologického postupu. Vhodné jsou mořičky Gompper 150, Rotostat a Heid.

Přes výrazně preventivní charakter má aplikace insekticidů mořením i některé výhody. Zatímco při postřicích jen malá část agrochemikálií zasáhne cílový organismus, při moření semeno funguje jako nosič, jehož prostřednictvím jsou pesticidy ekonomicky a relativně přesně aplikovány do půdy (Suett, Thompson, 1985; Suett, 1988).

## Literatura

- CIBA-GEIGY: Promet<sup>R</sup> 400 CS technical information. 1988, 12 s.  
ELSWORTH, J. E.: Engineering responses to changing requirements in the United Kingdom. In: MARTIN, T. J. (ed.): Application to seeds and soil. Thornton Heath, British Crop Protection Council, BCPC Monograph, 1988, č. 39, s. 145-154.  
FMC CORPORATION: Technical data sheet Furadan 35 ST flowable seed treatment formulation, B. r., 2 s.  
HORÁK, A.: Půdní insekticidy v ochraně lnu. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1980, 44 s.



HORÁK, A.: Ochrana lnu proti trásněnce lnové a dřepčíkům. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠUTPL 1984, 76 s.

HORÁK, A.: Technologický postup moření osiva lnu tekutým dispergovatelným přípravkem Furadan 35 ST. In: Moření osiva, Dům techniky ČSVTS, Plzeň, 1985, s. 116-118.

HORÁK, A.: Zhodnocení ochrany lnu proti škůdcům. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠUTPL 1988, 52 s.

HORÁK, A. — RATAJ, K.: Moření osiva lnu směsí thiram + carbofuran proti dřepčíkům *Aphthona euphorbiae* a *Longitarsus parvulus* (Coleoptera, Chrysomelidae). Len a Konopí, 1978, č. 16, s. 7-20.

HORNER, E. L.: Coating technology for application of pesticides to seeds. In: MARTIN, T. J. (ed.): Application to seeds and soil, Thornton Heath, British Crop Protection Council, BCPC Monograph, 1988, č. 39, s. 271-276.

KOCH, H. — SPIELES, M.: Determination of the quality of seed treatment by single seed analysis. In: MARTIN, T. J. (ed.): Application to seeds and soil. Thornton Heath, British Crop Protection Council, BCPC Monograph, 1988, č. 39, s. 181-188.

MEIER, T.: Moření osiva — stále významnější opatření integrované ochrany rostlin. In: Aktuální problémy ochrany rostlin. Ciba-Geigy, Symp. Starý Smokovec, 1990, s. 108-128.

ONDŘEJ, M. — HORÁK, A.: Současný stav a perspektiva moření osiva lnu. Půda a Úroda, 32, 1984, č. 1, s. 38-39.

OTRUBOVÁ, E.: Zpráva č. 5878 o zkoušce mořičky typu Gustafson S—100 SS, vyrobené firmou Gustafson, Inc. Dallas, Texas, USA, Brno, SZZPLS 1981, 12 s.

OTRUBOVÁ, E.: Zkouška mořičky Gompper 150 pro moření osiva lnu mořidlem Furadan. [Zpráva č. 6988 o odborné službě.] Brno, SZZPLS 1984, 9 s.

RATAJ, K.: Potírání dřepčíků na lnu mořením osiva Hermalem L (lindan + TMTD). Len a Konopí, 1, 1961, č. 2, s. 41-59.

SUETT, D. L.: Accelerated degradation of carbofuran in previously treated field soils in the United Kingdom. Crop Protec., 5, 1986, č. 3, s. 165-169.

SUETT, D. L.: Application to seeds and soil: recent developments, future prospects and potential limitations. Proc. Brit. Crop Protec. Conf. Pests and Diseases, 1988, s. 823-832.

SUETT, D. L. — THOMPSON, A. R.: The development of localised insecticide placement methods in soil. Symp. Appl. Biol., BCPC Monograph, 1985, č. 28, s. 65-74.

ČSN 46 0610. Zkoušení osiva. 1984.

ČSN 46 2420. Stonkový rosený len. 1986.

ON 80 1011. Třený len. 1987.

Došlo 11. 9. 1991

A. HORÁK (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Temelice):

**Flax seed (*Linum usitatissimum* L.) treatment against the flea beetles (Coleoptera, Chrysomelidae).**

Rostl. Vyr., 38, 1992 (2) : 115-123.

Two species of flea-beetles (*Aphthona euphorbiae* Payk. and *Longitarsus parvulus* Schrank.) rank among the most serious pests of emerging flax (*Linum usitatissimum*). Therefore the seed is treated in the CSFR from the beginning of the 1960s not only against fungal diseases, but also against flea-beetles (Rataj, 1961). Hygienic, toxicological and ecological requirements as well for newly introduced treatment agents recently became more severe. There are objections against application of dry treatment by means of Lindram 50/35 WP, containing chlorinated lindane hydrocarbon. A disadvantage of another approved treatment agent — liquid Furadan 35 ST (a.i. carbofuran) — consists in its high oral toxicity. This induces justifiable uneasiness for handling.

In the past years, the research (Horák, 1984; 1988) has concentrated on furathiocarb (Promet) whose  $LD_{50}$  value acute oral toxicity for rat is higher by 3.8 to 6.6 times in comparison with the technical carbofuran (Ciba-Geigy, 1988; FMC Corporation, B. r.). Microcapsule formulation of Promet 400 CS ( $LD_{50} > 3000$  mg per 1 kg; Meier, 1990) is especially full of hope.

In 1989 the seed treatments were as follows: fungicide Pomarsol Forte 80 WP, containing an active ingredient thiram (80 %), produced by Bayer AG, Germany, rate of application 3 kg per 1 t of seed; insecticides Furadan 35 ST, carbofuran

(350 g per 1 l), FMC Chemikalien GmbH, Austria, 4 l per 1 t of seed; Promet 400 CS, furathiocarb (400 g per 1 l), Ciba-Geigy AG, Switzerland, 3, 4 and 5 l per 1 t of seed. The seed was treated on a treatment machine Mini 'Rotostat' Model 300. The seed cv. Belan had been pre-treated with an insecticide and then dusted with Pomarsol Forte 80 WP. Pot trials were conducted to study the mortality rate of flea-beetles and small-plot field trials (four randomized blocks) were designed to evaluate numbers of beetle feeding notches on cotyledons. Along with it, an emergence rate and effect on the yield and quality of stems and scutched flax were studied. The data obtained were evaluated by ANOVA.

In 1990, 12 t of the flax seed cv. Horan was treated at the Regional Seed-producing Enterprise at Chocẽn. The following treatments were used on Rotostat No. R 110: fungicide Wolfen Thiuram 85, thiram (85 %), VEB Berlin Chemie, Germany, 2.1 l per 1 t and Promet 400 CS, 3.5 l per 1 t. The treating machine was adjusted to the application rate of 395 ml per 35 kg of the seed, thus corresponding to 11.3 l per 1 t. The seed was sown within the Co-operative Farm at Sázkavka. The field treated with suspension Wolfen Thiuram 85 + Promet 400 CS was compared with the field treated with Lindram 50/35 WP. The method of evaluation was not different to that used in the year 1989; data were analyzed by *t*-test. By means of Spearman's coefficient of rank correlation ( $r_s$ ), a relationship between time of storing (12 months) and germination capacity of treated seeds was expressed.

A pot trial 1989: average mortality rate found out for spring generation ranged from 68.9 to 76.8 % in Promet 400 CS, from 83.4 to 95.0 % in Oncol 40 CS and was higher than in Furadan 35 ST (59.4 %).

Apart from the effect of the feeding resulting in mortality of flea-beetles, a repellent effects was obvious surviving beetles avoided the treated plants (Tab. I).

The small-plot field trial 1989: in plots with insecticides, a lower number of beetle feeding notches was recorded in cotyledons ( $P < 0.0005$ ) 12 to 15 days after sowing — in the period of the highest threat to flax with flea-beetles (Tab. II). Flax germinated and emerged normally without any symptoms of phytotoxicity. In plots where insecticides were applied, a higher average number of plants with capsules (Tab. III) was found out during harvest. With the exception of Oncol 40 CS (5 l per 1 t), the seed treatment had a good effect on some yield and quality traits, e.g. length of plants, the yield of stems and of scutched flax (Tab. IV).

Large-scale field trial 1990: By procedure water — Wolfen Thiuram 85 — water — Promet 400 CS at the permanent stirring in the tank, a suspension to be used on 12 t of seed was prepared. An optimum treatment proceeded in the following adjustment: loading with seed — 3 s, application of treating agents — 8 s, stirring and taking out — 4 s per 35 kg of seed. In the Co-operative Farm at Sázkavka where the treated seed was sown, no statistically significant differences among treatments were found out (Tab. V).

The germination capacity of seeds treated with Promet 400 CS + Wolfen Thiuram 85 was slightly but statistically insignificantly reduced ( $r_s = -0.155$ ; — —0.023). This reduction was more obvious in untreated variant ( $r_s = -0.511$ ; —0.608;  $P < 0.05$ , Fig. 1). The treated seed can be therefore stored minimum for 12 months.

## INFORMACE PRO UŽIVATELE SLUŽEB CAB INTERNATIONAL

Vážení uživatelé,

sdělujeme Vám, že v roce 1992 byla zástupci zemědělských informačních institucí zemí střední a východní Evropy (Bulharska, ČSFR, Maďarska, Polska, Rumunska a SSSR) založena informační síť Východ—Západ, jejímž cílem je udržovat kontakty s významnou zemědělskou informační institucí CAB International a rozšiřovat využívání jejích informačních produktů. ČSFR zastupuje v této síti Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství.

V listopadu 1991 byla podepsána dohoda mezi institucemi CAB International a Agroinform Budapešť, který se z titulu svého členství v CAB International stal koordinátorem činnosti sítě Východ—Západ. Na základě podpisu této smlouvy mohou členské země sítě objednávat informační materiály CAB International za zvýhodněných podmínek za předpokladu, že objednávky informačních institucí v jednotlivých členských zemích budou shromažďovány v jednom místě národního zástupce sítě a budou předávány CAB International hromadně prostřednictvím koordinátora sítě Agroinform Budapešť.

Na informační produkty CAB International objednané tímto způsobem budou poskytovány tyto slevy:

1. Tištěné referátové časopisy, primární časopisy a ostatní seriálové publikace:
  - předplatné běžného roku sleva 13 %
  - starší ročníky sleva 13 %
    - 2— 3 roky sleva 13 %
    - 4— 8 let sleva 33 %
    - 9—13 let sleva 58 %
    - nad 13 let sleva 83 %
2. CAB Abstracts na magnetické pásce nebo disketě, služby SDI, poskytování kopií primárních dokumentů: sleva 13 %
3. Knihy a anotované bibliografie: sleva 18 %
4. Báze dat na CD—ROM: sleva 13 %

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství jako členská instituce informační sítě Východ—Západ vám nabízí zprostředkování objednávek informačních produktů CAB International za uvedených slev. Bližší informace vám poskytne:

*Ing. Helena Slezáková, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, odbor informačních systémů a mezinárodních vztahů, 120 56 Praha 2, Slezská 7, tel. (02) 257 475, (02) 257 541/207; fax (02) 257 090.*

# ANALÝZA PŘÍJMU A VYUŽITÍ FOSFORU LNEM (*LINUM USITATISSIMUM* L.) Z HNOJIVA A Z PŮDNÍ ZÁSObY V PRŮBĚHU VEGETACE

Jindřich Štaud

*Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk-Temenice*

Na základě výsledků nádobového vegetačního pokusu s přadným lnem jsou hodnoceny výsledky charakterizující analýzu příjmu fosforu (P) od vzejití do fáze zralosti z  $\text{Ca}(\text{H}_2^{34}\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Je hodnocen průběh změn koncentrace a příjmu P z hnojiva a z půdní zásoby, podíl přijatého P z hnojiva k celkovému přijatému P a využití P z dané dávky P na nádobu. Příjmem P z hnojiva se koncentrace celkového P v rostlinách snižovala v delším časovém období až do druhé poloviny rychlého růstu, u nehnojené varianty byl pokles rychlý a probíhal jen do konce fáze stromečku. Koncentrace P přijatého z hnojiva se od vzejití do poloviny fáze stromečku rychle zvýšila, po dobu tří dnů byla maximální a od rychlého růstu se opět zvolna snižovala. Podíl přijatého P z hnojiva k celkovému P se zvyšoval od vzházení. V druhé polovině fáze stromečku byl 60 až 75 %, v dalších fázích nastal pokles a od butonizace převládá příjem P z půdní zásoby. Využití P z dávky 262 mg P na nádobu bylo nízké, ve fázi stromečku do 5 %, v zelené zralosti do 10 %. Získané výsledky upřesňují metodiku hnojení lnu fosforem.

Fosfor (P) je živinou, která je co do rozpustnosti v půdě nestálá, z půdy se však vyplavuje minimálně. Podstatná část P, která do půdy přichází z fosforečných hnojiv, je vázána na sloučeniny Al, Fe, Ca a Mg a tvoří půdní zásobu (Štaud, 1970).

Účinnost fosforečných hnojiv je v přímém vztahu k vlhkosti půdy a atmosférickým srážkám (Petříčková, 1966). Pírků (1960) uvádí, že při poklesu vlhkosti půdy pod 50 % maximální vodní kapacity je příjem P nízký. Gorbyleva (1970) v nádobových pokusech se lnem zjistila, že využití P je ovlivněno vodní kapacitou. V závislosti na dávce P bylo jeho využití 14 až 30 %.

White (1973) se domnívá, že N ovlivňuje rychlost příjmu P pouze při optimální hladině P v půdě. Využití P z půdní zásoby a z hnojiva je závislé na stupni fosforečnanové saturace aniontového sorbčního komplexu (Deb, Datta, 1971).

Z výsledků polních pokusů vyplývá, že len přijímá nejvíce P ve fázi tvorby tobolek (Štaud, 1988). Toto množství se v závislosti na výnosu stonku a semene pohybuje od 15 do 25 kg P·ha<sup>-1</sup> (Lahola, 1963, 1970; Zmeškal, Štaud, 1984; Štaud, 1975, 1988).

Průběh změn koncentrace a příjmu P lnem z hnojiva a z půdní zásoby během vegetace podrobně popsal Štaud (1975).

Předložený příspěvek se zabývá analýzou příjmu P lnem od vzejití do zelené zralosti při využití radioaktivního  $^{32}\text{P}$  aplikovaného do půdy. Je hodnocen průběh změn koncentrace a příjmu P z hnojiva a z půdní zásoby, podíly přijatého P z hnojiva k celkovému přijatému P a využití P lnem z dané dávky P.

## MATERIÁL A METODA

Nádobový pokus byl založen v Mitscherlichových nádobách. Náplň tvořilo 6000 g zeminy a 1000 g křemičitého písku k izolaci horní vrstvy hnojené zeminy  $^{32}\text{P}$ . Pokus probíhal při 60% maximální vodní kapacitě ve vegetačním skleníku. Byla použita hlinitopísčítá zemina o  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,5, obsah minerálního N činil: 5,14 mg  $\text{NO}_3\text{--N}$ , 0,33 mg  $\text{NH}_4\text{--N}$  na 1 kg suché zeminy, obsah P 134 mg  $\cdot \text{kg}^{-1}$ , K 168 mg  $\cdot \text{kg}^{-1}$  suché zeminy.

Kontrolní varianta byla bez hnojení. Hnojená varianta byla hnojena dávkami 400 mg N, 262 mg P (600 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) a 747 mg K (900 mg  $\text{K}_2\text{O}$ ) promísením v 5000 g zeminy; P byl aplikován ve formě  $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  v radioaktivní a neaktivní formě, specifická aktivita činila 123 MBq na 1000 g zeminy. Pokus byl založen ve třech opakováních. V průběhu vegetace byly odebírány rostliny k chemickým analýzám ve dvou- až třídenních intervalech od vzejití do zelené zralosti. Celkem proběhlo 26 odběrů celých rostlin. Nejnižší počet zpracovaných rostlin při odběru koncem vegetace byly tři celé rostliny. Chybějící listy na rostlině po odpadu byly doplněny.

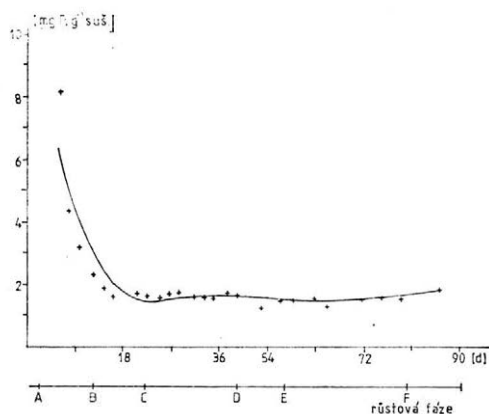
Po morfologickém rozboru a stanovení sušiny byl rostlinný materiál mineralizován podle metodiky, kterou uveřejnili Koppová et al. (1955); byly stanoveny: koncentrace celkového P, koncentrace  $^{32}\text{P}$  přijatého z hnojiva a koncentrace P přijatého z půdní zásoby v mg P na 1 g sušiny, dále množství celkového přijatého P, množství  $^{32}\text{P}$  přijatého z hnojiva a množství P přijatého z půdní zásoby v mg P na sušinu 60 rostlin (vegetační nádobu). Dále podíl P přijatého z hnojiva a z půdní zásoby k celkovému množství přijatého P lnem v procentech a procento využití P lnem z dávky P na nádobu.

Koncentrace  $^{32}\text{P}$  byla stanovena v polovičním objemu mineralizátu 60 rostlin (vegetační nádobu). Dále podíl P přijatého z hnojiva a z půdní zásoby k celkovému množství přijatého P lnem v procentech a procento využití P lnem z dávky P na nádobu.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Přírůstky rostlin lnu a jejich hmotnost byla v průběhu vegetace ovlivněna hnojením NPK. U nehnojené varianty bylo dosaženo celkově nižších přírůstků, a tím i nižší celkové délky rostlin do konce fáze květu, a to 70,7 cm, zatímco u varianty s plným hnojením NPK to bylo kolem 97 cm. Stejný průběh byl zaznamenán v přírůstcích sušiny rostlin lnu. Do začátku fáze stromečku a výšky rostlin 3 cm byla sušina rostlin vyrovnaná u obou variant. Od druhé poloviny fáze stromečku až do fáze tvorby tobolek se sušina lnu lineárně zvyšovala a u hnojené varianty dosáhla z nádoby 66,3 g, u kontroly 23,1 g sušiny.





1. Průběh a změny koncentrace celkového P během vegetace u nehnojené varianty — The course and changes in concentration of total P during the growing season in untreated variant

Růstové fáze — Growth stages

A — vzcházení — emergence

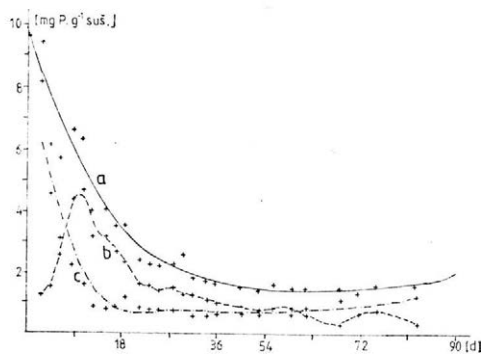
B — stromček — plant

C — rychlý růst — rapid growth

D — butonizace — bud formation

E — květ — flower

F — zelená zralost — green ripeness



2. Průběh a změny koncentrace P během vegetace u hnojené varianty — The course and changes in P concentrations during the growing season in treated variant

a — celkový P — total P

b — P z hnojiva — P from fertilizer

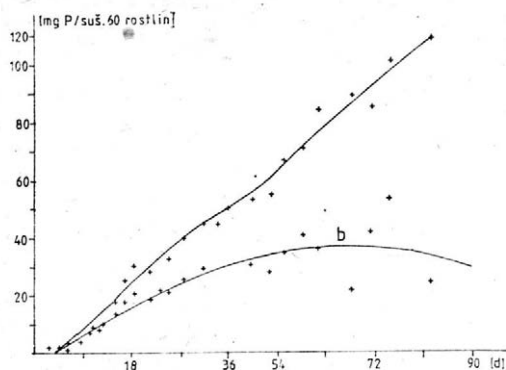
c — P z půdní zásoby — P from soil reserve

## Koncentrace fosforu v rostlinách lnu

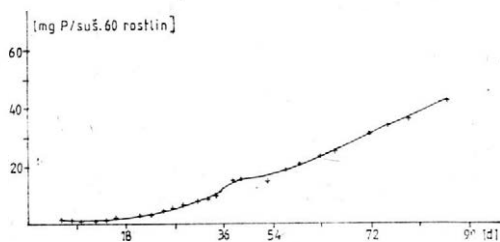
Během vegetace se koncentrace P snižovala (Lahola, 1970). U nehnojené varianty nastal tento pokles od nižších hodnot ( $8,21 \text{ mg P} \cdot \text{g}^{-1}$ ) než u varianty hnojené P ( $9,55 \text{ mg P} \cdot \text{g}^{-1}$ ). Snižování koncentrace P u kontrolní varianty bylo od fáze vzcházení do začátku fáze stromčku (délka rostlin  $6,5 \text{ cm}$ ) velmi rychlé a od této fáze až do zralosti se koncentrace P udržovala na stejné úrovni v rozmezí  $1,55$  až  $1,65 \text{ mg P}$  na  $1 \text{ g}$  sušiny (obr. 1). U prvních dvou až tří odběrů byly hodnoty koncentrace celkového P a P z půdní zásoby ovlivněny příjmem P ze zásobních látek semen.

U varianty hnojené P byl průběh a pokles koncentrace celkového P odlišný. Obecný trend poklesu koncentrace během vegetace byl zachován, ale došlo k němu v časově delším období a trval až do druhé poloviny fáze rychlého růstu (výška lnu  $55 \text{ cm}$ ). V této fázi dosáhla teprve koncentrace P u hnojené varianty hodnot zjištěných u nehnojené varianty a do sklizně se již neměnila (obr. 2). Pozvolné snižování koncentrace P od vzejtí až do druhé poloviny rychlého růstu bylo ovlivněno příjmem P z hnojiva, jak je znázorněno na obr. 2.

Prokázali jsme, že len přijímá P z vodorozpustných forem již při vzcházení. V časově krátkém období 14 dnů od vzcházení až do poloviny fáze stromčku se v důsledku většího příjmu P z hnojiva jeho koncentrace u lnu zvyšovala až do hodnot  $4,77 \text{ mg P}$  na  $1 \text{ g}$  sušiny (obr. 2). V průběhu dalších tří dnů nastal u koncentrace P z hnojiva zlom a v druhé polovině fáze stromčku došlo k jeho poklesu. Snižování mělo rychlý



3. Příjem P v průběhu vegetace u nehnojené varianty — P uptake during the growing season in untreated variant



4. Příjem P v průběhu vegetace u hnojené varianty — P uptake during the growing season in treated variant

a — celkový P — total P  
b — P z hnojiva — P from fertilizer

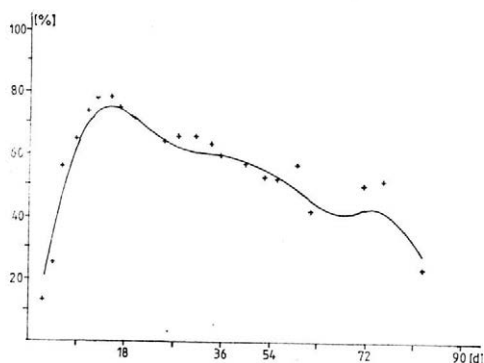
průběh a trvalo od začátku fáze rychlého růstu do výšky rostlin lnu 17 až 21 cm (Štaud, 1975). Jak je patrné z obr. 2, trend rychlého poklesu koncentrace P z hnojiva byl stejný jako u koncentrace celkového P do fáze rychlého růstu. V průběhu dalšího růstu až do fáze zralosti se koncentrace P z hnojiva dále postupně snižovala z hodnot 1,25 na 0,30 mg P na 1 g sušiny; P, který přijímal len z hnojiva do poloviny fáze stroměčku, ovlivnil hodnoty koncentrace celkového P až do začátku druhé poloviny fáze rychlého růstu lnu, a tím i bilanci výživy lnu P.

Koncentrace P přijatého z půdní zásoby byla stanovena jako rozdíl mezi koncentrací celkového P a koncentrací P přijatého z hnojiva (obr. 2). Průběh koncentrace P z půdní zásoby byl shodný s průběhem koncentrace celkového P u nehnojené kontroly, pouze absolutní hodnoty byly nižší.

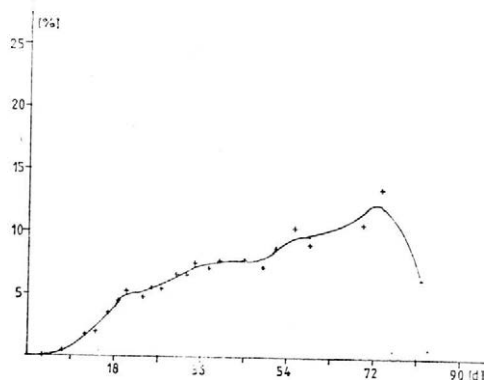
### Příjem fosforu lnem

Průběh příjmu P byl u obou variant rozdílný. U nehnojené varianty se množství přijatého P od vzejití do začátku fáze stroměčku téměř neměnilo a bylo kolem 1,6 mg P na sušinu 60 rostlin. Dále do konce fáze stroměčku se zvýšilo asi třikrát a v první polovině rychlého růstu se dále zvyšovalo ze 4 mg P na 15 až 17 mg P na sušinu 60 rostlin. V druhé polovině rychlého růstu až do zralosti se příjem P dále zvyšoval na 35 až 40 mg P na sušinu 60 rostlin (obr. 3).

U hnojené varianty se příjem celkového P zvyšoval téměř lineárně od vzejití do zralosti lnu (obr. 4). K nejvýraznějšímu zvýšení příjmu došlo od fáze vzcházení do druhé poloviny fáze stroměčku. Na tomto zvýšení se nejvíce podílel P přijatý z hnojiva, který tvořil 60 až 75 %. Domníváme se, že toto období je při dobrém zásobení půdy N a K rozhodující pro vyvážený příjem P, optimální růst a výnos sušiny. Z obr. 4 je patrný vysoký podíl P přijatého z hnojiva na celkovém množství přijatého P (zejména ve fázi stroměčku), který se dále zvyšoval



5. Podíl přijatého P z hnojiva k celkovému přijatému P během vegetace — The proportion of P withdrawn from fertilizer to the total P withdrawn during the growing season



6. Využití P lnem z dávky P aplikovaného na nádobu v % — The use of P by flax from the rate of P applied per pot in %

až do butonizace. Teprve v dalších fázích až do zralosti příjem P z hnojiva zůstal na stejné úrovni nebo se mírně snižoval, to však již neovlivnilo příjem celkového P, protože podstatné množství P len přijímal v této fázi z půdní zásoby. Z obr. 4 vyplývá, že nejmenší příjem P byl ve fázi zelené zralosti, zatímco Lahola [1970] uvádí v době květu. Rozdíl však mohl být ovlivněn doplňováním opadajících listů od fáze květu. Na obr. 5 je uveden podíl příjmu P z hnojiva k celkovému množství přijatého P.

Při málo rozvinutém kořenovém systému len po vzejití zvýšil do první poloviny stroměčku příjem P z hnojiva z 10 až na 65 % z celkového množství. Ve fázi stroměčku při výšce rostlin 6 až 10 cm po dobu 3 až 4 dnů byl podíl přijatého P z hnojiva 75 až 79 %. Do začátku fáze rychlého růstu klesl na 60 % a do zralosti se postupně snížil až na 25 %. Od začátku fáze tvorby pupat až do květu opět převládal příjem P z půdní zásoby. Z uvedeného vyplývá, že len využívá již od začátku růstu P z hnojiva, který je v tomto časovém období z hlediska frakčního složení v labilní formě nebo fixovaný v Al-P frakci a lnem snadno přijatelný [Štaud, 1970]. Teprve po rozvoji kořenového systému se příjem P z půdní zásoby postupně zvýšil a tvořil hlavní část P přijatého lnem od fáze butonizace do zralosti.

#### Využití fosforu lnem

I když podíl přijatého P lnem z hnojiva během vegetace byl vysoký, využití P z dávky 262 mg P na nádobu dosáhlo na konci vegetace jen 10 % (obr. 6). Nízké využití mohlo být ovlivněno nižší zvolenou maximální vodní kapacitou, na což upozorňuje Pirkel [1960]. Ani při rozdílných hladinách hnojení P ke lnu nebylo dosaženo vyššího využití P [Štaud, 1976].

Z obr. 6 je patrné, že len přijal do fáze stroměčku hlavní část P z hnojiva a využití P z dodané dávky se do fáze stroměčku rychle zvýšilo až na 5 %. Do začátku květu se dále zvýšilo na 8 %. K nejniž-

šímu využití P došlo v době tvorby tobolek a zrání, zvýšení činilo pouze 2 %. Výsledky jsou nižší než hodnoty, které zjistila Gorbyleva (1970), ale jsou v souladu se závěry z polních pokusů, ve kterých příjem P lnem byl co do množství hodnocen až za K, N a Ca (Štaud, 1984, 1988).

## ZÁVĚR

Základní hnojení N a K doplněné optimální dávkou P u lnu příznivě ovlivnilo přírůstky rostlin a tvorbu sušiny během vegetace. P přijatý z hnojiva při jarní aplikaci ovlivnil průběh koncentrace celkového P tím, že pokles nastal v časově delším období od vzejití lnu do druhé poloviny fáze rychlého růstu. Vlivem příjmu P lnem se koncentrace P z hnojiva 14 dnů po vzejití nejprve zvyšovala a od druhé poloviny fáze stromečku došlo k postupnému snižování jeho koncentrace. Množství přijatého P lnem z hnojiva se nejvíce zvýšilo do druhé poloviny fáze stromečku. Podíl P přijatého z hnojiva k celkovému P tvořil 60 až 75 %, do butonizace klesl na 50 % a do zralosti převládal již příjem P z půdní zásoby.

Využití P lnem z dávky P se do fáze stromečku zvyšovalo až na 5 %, v průběhu rychlého růstu až do fáze tvorby tobolek nastalo zvýšení o dalších 4 až 5 %. Celkové využití P lnem z dané dávky bylo při 60% maximální vodní kapacitě 10 %.

Výsledky jsou podkladem pro upřesnění metodiky efektivního hnojení P ke lnu při jarní přípravě půdy.

## Literatura

- DEB, D. L. — DATTA, N. P.: Effect of degree of dose saturation and phosphate enrichment on the utilization of soil and fertilizer phosphorus in alluvial, black and red soils of India. *Technology*, 8, 1971, č. 4, s. 272-276.
- GORBYLEVA, A. I.: Fosfornoje pitaniye i koeficient ispolzovaniya  $^{32}\text{P}$  u rastenij lna-dolgunca i jačmenja pri vnešenii vysokych doz udobrenij. In: Belorusk, Tr. Kras. Znan. sel.-choz. Akad. Sbor. nauč. Tr., Gorki, 72, 1970, s. 185-189.
- KOPPOVÁ, A. — PIRKL, J. — KALINA, J.: Stanovení popelovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. In: Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Výr. Praha - Ruzyně, 1955, s. 114-127.
- LAHOLA, J.: Výzkum výživy a hnojení lnu. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VÚTPL 1963.
- LAHOLA, J.: Vliv agrotechniky na dynamiku příjmu živin lnem. Len a Konopí, 1970, s. 21-30.
- PETŘÍČKOVÁ, N.: Vliv klimatických podmínek na zásobu přístupného  $\text{P}_2\text{O}_5$  v půdě při vysokých dávkách hnojiv. *Rostl. Výr.*, 12, 1966, č. 4, s. 433-440.
- PIRKL, J.: Příjem, obsah a pohyb živin v rostlinách. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1960, s. 63-73.
- ŠTAUD, J.: Fixace a transformace fosforečnanů na podzolovaných půdách s ohledem na výnos a kvalitu přádného lnu. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VÚTPL 1970.
- ŠTAUD, J.: Výzkum využití fosforu lnem z průmyslových hnojiv v souvislosti se stupňovanými dávkami dusíku. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VÚTPL 1975.
- ŠTAUD, J.: Příjem fosforu a fixace fosforečnanů vápenatých na kyselých půdách a vliv na výnos a kvalitu přádného lnu. [Kandidátská disertace.] 1976.

ŠTAUD, J.: Zvyšování účinnosti fosforu na kyselých půdách ve vztahu k výnosu a jakosti lnu. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1984.

ŠTAUD, J.: Výživa lnu ve vztahu k podsevům trav. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1988.

ZMEŠKAL, O. — ŠTAUD, J.: Ověřování a propracování základních agrotechnických prvků pro nové odrůdové materiály. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1984.

WHITE, R. E.: Studies on mineral ion absorption by plants. II. The interaction between metabolic activity and the rate of phosphorus uptake. *Pl. and Soil*, 38, 1973, č. 3, s. 509-523.

Došlo 11. 9. 1991

J. ŠTAUD (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Temeňnice):

**The analysis of uptake and the use of phosphorus by flax (*Linum usitatissimum* L.) from the fertilizer and soil stock during the growing season.**

*Rostl. Výr.*, 38, 1992 (2) : 125-132.

Phosphorus (P) is a valuable element for flax nutrition. However, it is not stable in the soil, it undergoes some changes, but from the soil it is leaching in minimum. After the application of phosphorus fertilizers, P is bound in the soil to ions of Al, Fe, Ca and Mg forming the soil stock. From this soil stock, P is taken by flax in different intensity, amount and time.

The paper analyzes in detail the uptake and use of P by flax from emergence to green ripeness using the radioactive  $^{32}\text{P}$  in  $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . The trial was established in Mitscherlich growing pots containing 6000 g of earth and was conducted at 60 % maximum water capacity. An essential fertilizing was as follows: 400 mg of N, 600 mg of  $\text{P}_2\text{O}_5$  and 900 mg of  $\text{K}_2\text{O}$  per pot. The whole flax plants were collected during the growing season to be analyzed in two- and three-day intervals. Total 26 plant collections were performed.

A course of dry-matter formation, changes in the concentration and total P uptake, both fertilizer and Soil P's were analyzed. The P uptake from both fertilizer and soil stock in proportion to the total P uptake and the use of P by flax from the applied P rate were assessed.

In an untreated variant, lower increases in dry matter of plants and the total length of plants (70.7 cm) in comparison with full-treated variants were obtained.

P concentration was reducing very rapidly from emerging to plants from the lower values (8.21 mg of P per g of dry matter) in an untreated variant. During subsequent growth phases, the P concentration was preserved almost at the same level from 1.65 to 1.55 mg of P per g of dry matter (Fig. 1). In the variant treated with P, there was a tendency to keep the P concentration reduced though this occurred in longer period of time and endured till the second phase of rapid growth, when only the P concentration reached the level as in the untreated variant (Fig. 2).

By means of  $^{32}\text{P}$  it was confirmed that flax took P water-soluble forms not later than from emerging. In a short period of time — 14 days up to the half of the stage of plant, the P concentration taken from fertilizer increased up to 4.77 mg of P per g of dry matter (Fig. 2). In the second half of stage of plant, the concentration of P uptake from fertilizer got reduced. This persisted to the beginning of the phase of rapid growth. P taken by plants from fertilizer up to the phase of rapid growth influenced the values of the total P concentration up to the phase of rapid growth. The course of P concentration from soil stock was identical with that of the untreated variant where P absolute values were lower. In first two samplings of plants, the total P concentration was affected by P uptake from seed supplies.

The course of the uptake of total P was different in the control and treated variant in absolute amount. P uptake from fertilizer after flax emerging to the second half of the phase of plant was gradually increasing in a treated variant. In subsequent growth the P uptake from fertilizer was not higher and gradually prevailed the P uptake from the soil stock (Fig. 4). The share of P supplied from fertilizer to the total P uptake was 10 %, after flax emergence, in the half of the



plant stage this was 65 %. During a short phase of the plant, this was 75 to 79 %. Then it decreased to 60 % until the beginning of rapid growth and dropped to 25 % gradually to the ripeness. P uptake from soil stock prevailed from the bud formation stage to the ripeness (Fig. 5).

The utilization of P from P amount supplied from fertilizer was 5 % at the stage of plant at 60 % maximum water capacity. This value increased to 8 % until the flowering and amounted to 10 % at the end of the growing season (Fig. 6).

# REAKCE ODRŮD A NOVOŠLECHTĚNÍ LNU (*LINUM USITATISSIMUM* L.) NA FOTOPERIODU

**Martin Pavelek**

*Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk-Temenice*

Ve dvouletých nádobových pokusech byla sledována reakce odrůd a nšl. lnu na 8h fotoperiodu a délka období fotoperiodické citlivosti. Zkoušené odrůdy a nšl. prokázaly odlišnou relativní fotoperiodickou citlivost. Nejmenší citlivost byla zjištěna u velmi raného nšl. V—12/446 a u pozdní odrůdy Regina, jejichž ranost a pozdnost jsou kontrolovány především geneticky. U velmi raného nšl. Te—39/79 a středně raného nšl. SL—1582 byla zjištěna relativně nejvyšší fotoperiodická citlivost a přechod do generativní fáze ovlivněný smíšenou fotoperiodicko-genetickou regulací. Období fotoperiodické citlivosti trvalo v podmínkách přirozeného dlouhého dne cca 32 dní, v podmínkách nepříznivé 8h fotoperiody bylo asi o týden delší. Byla prokázána určitá souvislost mezi fotoperiodickou citlivostí a délkou období fotoperiodické citlivosti, která má kladný charakter. Období zralosti nebylo fotoperiodou jednoznačně ovlivněno. Dosažených výsledků lze využít ke šlechtitelsky řízené manipulaci s délkou vegetační doby.

Fotoperioda je jedním z významných regulačních mechanismů vývoje fotoperiodicky citlivých rostlin, který rozhoduje o přechodu rostlin z vegetativní fáze vývoje do fáze generativní ve smyslu členění podle Denholma (1975) — cit. Foltýn (1985). Tento mechanismus je velmi složitý. Podílejí se na něm systémy trofické, hormonální a genetické (Čajlachjan, 1982). U fotoperiodicky citlivých druhů je dokazována reakce nejenom v rámci druhu, ale i v rámci odrůd (Skripčinskij, 1971). Odrůdy, které jsou za normálních fotoperiodicky příznivých podmínek homogenní, se při působení nepříznivé fotoperiody diferencují na celou řadu biotypů (Olmsted, 1941—1945 — cit. Skripčinskij, 1971).

Také u lnu byla mnoha pracemi prokázána různá odrůdová reakce na fotoperiodu (Vrzalová, 1961; Sizov, 1968; Sinha et al., 1973; Yanagisawa, 1975; Major, 1980) a bylo prokázáno rovněž rozložení odrůd na fotoperiodicky různě citlivé biotypy při působení nepříznivé fotoperiody (Sinskaja, 1951; Soročinskaja, 1967, 1968, 1972).

Předložená práce navazuje na práci zabývající se autonomním regulačním mechanismem fenofází vegetační periody u lnu (Pavelek, 1991a) a vlivem teplotního faktoru (Pavelek, 1991b).

## MATERIÁL A METODA

K práci byly použity tři odrůdy a tři nšl. lnu s rozdílnou délkou vegetační periody:

1. V-12/446 (velmi rané nšl.),
2. Horan (raná domácí rajonovaná odrůda),
3. Te-39/79 (velmi rané nšl.),
4. Regina (pozdní holandská rajonovaná odrůda),
5. Fany (pozdní francouzská odrůda),
6. SL-1582 (středně rané nšl.).

Z 11 fenofází vegetační periody, které popsal P a v e l e k (1991a), jsou v této práci uvedeny čtyři: X1 — fáze od setí do počátku kvetení, X4 — fáze kvetení rostlin, X6 — fáze od setí do počátku zrání a X9 — fáze zrání rostlin.

Pokusy proběhly ve dvou fotoperiodických režimech (fotoperioda I — přirozený dlouhý den při výsevu v dubnu, fotoperioda II — krátký 8h den). Krátká 8h fotoperioda byla navozena zakrýváním Mitscherlichových nádob černou igelitovou fólií, která se nasazovala na speciálně k tomuto účelu zhotovené konstrukce. Zatemňování probíhalo po dobu 30 dní od vzejití v době od 15,00 do 07,00 h následujícího dne, čímž byl navozen fotoperiodický režim 8 h světlo/16 h tma. Měřením délkových přírůstků rostlin v týdenních intervalech jsme nepřímou určili délku období fotoperiodické citlivosti. Výsledky byly zpracovány univerzální analýzou rozptylu.

## VÝSLEDKY

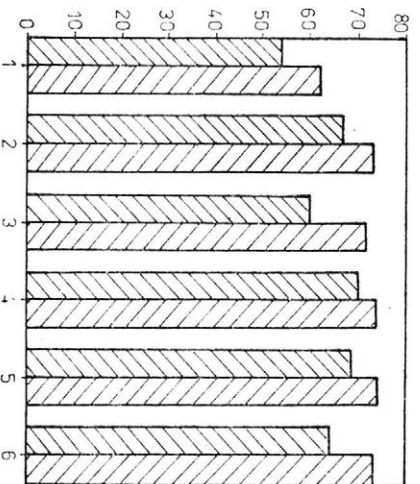
Z hodnot *F*-testu analýzy rozptylu (tab. I) byl potvrzen vysoce průkazný vliv obou fotoperiodických režimů na průběh fenofází X1, X4, X6. Fenofáze X9 (zrání) byla odlišnými fotoperiodickými režimy ovlivněna na vysoké hladině významnosti ( $P = 0,01$ ) pouze v jednom z obou pokusných let.

Přechod z vegetativního do generativního období (fenofáze X1) byl 8h fotoperiodou II ovlivněn statisticky vysoce významně (obr. 1) s oddálením nástupu fenofáze kvetení v průměru souboru o 7,66 dne za oba pokusné roky. Reakce jednotlivých genotypů byla odlišná, největší citlivost prokázalo velmi rané nšl. Te-39/79 a středně rané nšl.

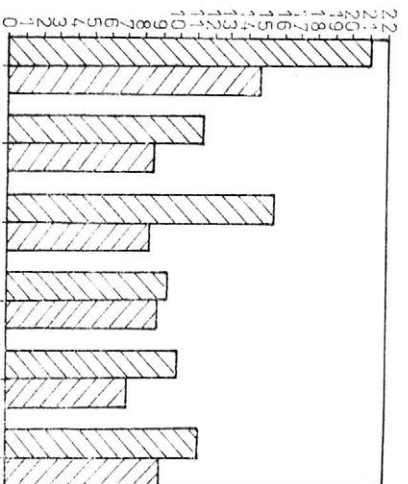
I. *F*-test délky dne pro fenofáze X1, X4, X6, X9 vegetační periody lnu — *F*-test for duration of a day for phenological stages X1, X4, X6, X9 of the flax growing season

| Zdroj proměnlivosti <sup>1</sup> | Fenofáze vegetační periody <sup>2</sup> |                     |                      |                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Fotoperioda <sup>3</sup>         | X1                                      | X4                  | X6                   | X9                  |
| 1986                             | 118,28 <sup>++</sup>                    | 11,15 <sup>++</sup> | 368,20 <sup>++</sup> | 26,04 <sup>++</sup> |
| 1987                             | 362,37 <sup>++</sup>                    | 22,36 <sup>++</sup> | 118,80 <sup>++</sup> | 0,94                |
| + ( $P 0,05$ )                   |                                         |                     |                      |                     |
| ++ ( $P 0,01$ )                  |                                         |                     |                      |                     |

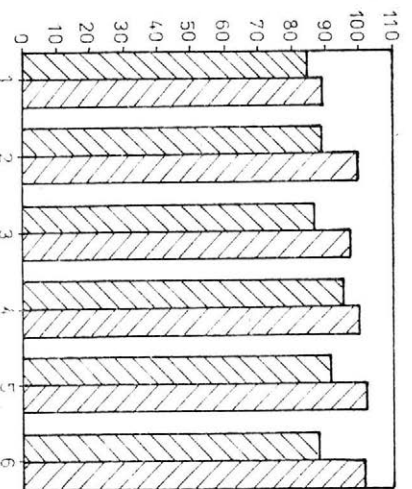
<sup>1</sup>source of variability, <sup>2</sup>phenological stage of the vegetation period, <sup>3</sup>photoperiod



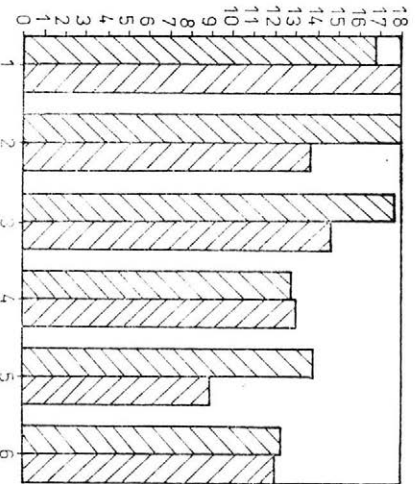
1. Vliv fotoperiody I, II na průběh fenofáze X<sub>1</sub> — The effect of photoperiod I, II on the course of phenological stage X<sub>1</sub>



2. Vliv fotoperiody I, II na průběh fenofáze X<sub>4</sub> — The effect of photoperiod I, II on the course of phenological stage X<sub>4</sub>



3. Vliv fotoperiody I, II na průběh fenofáze X<sub>6</sub> — The effect of photoperiod I, II on the course of phenological stage X<sub>6</sub>



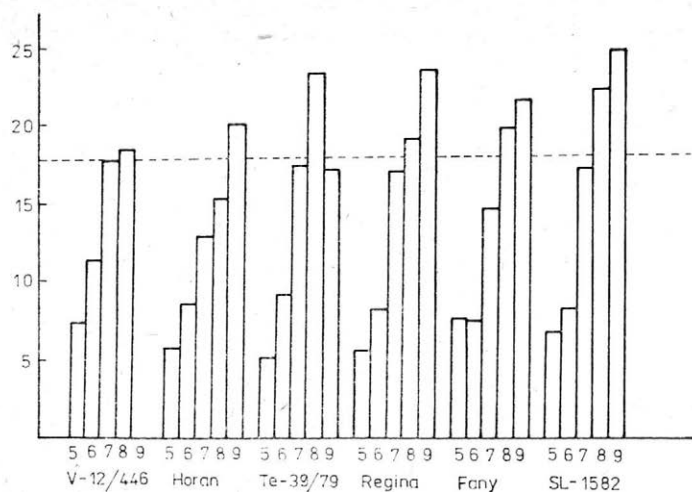
4. Vliv fotoperiody I, II na průběh fenofáze X<sub>9</sub> — The effect of photoperiod I, II on the course of phenological stage X<sub>9</sub>

osa  $x$  — odrůdy —  $x$  axis — varieties  
 osa  $y$  — počet dní fenofáze —  $y$  axis — number of days of phenological stage  
 ▨ — fotoperioda I — photoperiod I  
 ▩ — fotoperioda II — photoperiod II

SL-1582. Relativně nejslabší fotoperiodická citlivost byla zjištěna u pozdních odrůd Regína a Fany a u velmi raného nšl. V-12/446.

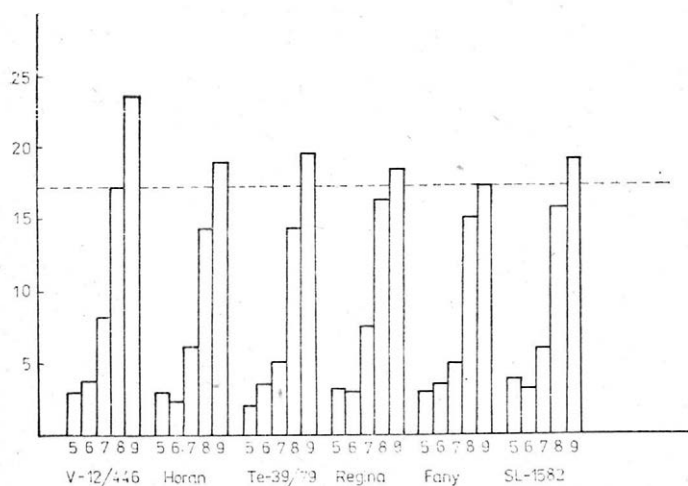
Fenofáze kvetení (X<sub>4</sub>) byla v krátké 8h fotoperiodě II v obou pokusných letech výsoce významně kratší ( $P = 0,01$ ), jak ukazuje obr. 2, v průměru za celý soubor a oba pokusné roky o 3,74 dne. Nejvýraznější zkrácení bylo pozorováno u velmi raných nšl. V-12/446 a Te-39/79.

Reakce na fotoperiodu ve fenofázi od setí do počátku zrání (X<sub>6</sub>) byla obdobná reakci ve fenofázi X<sub>1</sub>. V 8h fotoperiodě II byl počátek



5. Týdenní přírůstky stonku lnu do délky v 5. až 9. týdnu vegetace (fotoperioda I) — Weekly increments in flax stem to the length obtained in the fifth to ninth week of the growing season (photo-period I)

osa  $x$  — týdny vegetace —  $x$  axis — weeks of growing season  
osa  $y$  — přírůstky —  $y$  axis — increments



6. Týdenní přírůstky stonku lnu do délky v 5. až 9. týdnu vegetace (fotoperioda II) — Weekly increments in flax stem to the length obtained in the fifth to ninth week of the growing season (photo-period II)

zrání opožděn v průměru za celý soubor v obou pokusných letech o 9,19 dne ( $P = 0,01$ ), což však bylo primárně způsobeno oddálením nástupu fenofáze kvetení, a tím i posunem počátku zrání v důsledku korelačního vztahu obou těchto fenofází.

Relativně nejvyšší, statisticky vysoce významná citlivost ( $P = 0,01$ ) byla zjištěna u středně raného nšl. SL-1582 a dále u rané odrůdy Horan. Nejmenší citlivost prokázala pozdní odrůda Regina a velmi rané nšl. V-12/446. Tento genotyp si z tohoto důvodu uchovává svoji ranost i v podmínkách krátkého dne (obr. 3).

Reakce na krátkou 8h fotoperiodu II ve fenofázi zrání (X9) nebyla zcela jednoznačná. V jednom pokusném roce došlo ke zkrácení této fenofáze o 4,50 dne ( $P = 0,01$ ), naopak ve druhém došlo k neprůkaznému prodloužení o 0,84 dne. Tato rozdílná reakce se v průměru obou pokusných let projevila jako minimální u pozdní odrůdy Regina a středně raného nšl. SL-1582 z důvodu téměř stejných hodnot prodlou-



II. *F*-test pro délkové přírůstky stonku v sedmém týdnu vegetace ve dvou fotoperiodických režimech — *F*-test for length increments of stem in the seventh week of the growing season in two photoperiodic regimes

| Zdroj proměnlivosti <sup>1</sup> | <i>F</i> -test <sup>2</sup> | Významnost <sup>3</sup> |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Genotypy <sup>4</sup>            | 3,12                        | +                       |
| Fotoperioda <sup>5</sup>         | 261,41                      | ++                      |
| Fotoperioda × genotypy           | 1,74                        |                         |
| Opakování <sup>6</sup>           | 2,79                        |                         |
| + ( <i>P</i> 0,05)               |                             |                         |
| ++ ( <i>P</i> 0,01)              |                             |                         |

<sup>1</sup>source of variability, <sup>2</sup>*F*-test, <sup>3</sup>significance, <sup>4</sup>genotypes, <sup>5</sup>photoperiod, <sup>6</sup>replication

žení v jednom roce a zkrácení ve druhém roce. U velmi raného nšl. Te-39/79 a pozdní odrůdy Fany se projevovala jako nevýznamné zkrácení této fenofáze ve fotoperiodě II v důsledku značného zkrácení v jednom roce a minimálního prodloužení ve druhém roce (obr. 4). Sledováním rychlosti růstu na základě týdenních délkových přírůstků jsme zjistili v obou fotoperiodách markantní rozdíly v délkových přírůstcích a v čase, kdy k nim došlo (obr. 5, 6). V podmínkách fotoperiody I jsme zjistili, že období fotoperiodické citlivosti bylo ukončeno prakticky v šestém týdnu vegetace po zasetí. V sedmém týdnu vegetace po zasetí došlo u všech odrůd a nšl. ke značným přírůstkům stonku do délky, přičemž nejvyšších přírůstků v tomto období dosáhlo velmi rané nšl. V-12/446, dále Te-39/79 a SL-1582. Nejmenších přírůstků bylo dosaženo u rané odrůdy Horan a pozdní odrůdy Fany.

V podmínkách nepříznivé 8h fotoperiody II došlo k prodloužení fotoperiodické citlivosti cca o jeden týden s ukončením prakticky v sedmém týdnu vegetace. K pronikavé změně délkových přírůstků stonku došlo v osmém týdnu vegetace s obdobnou reakcí jako ve fotoperiodě I. Nejrychleji se po ukončení období fotoperiodické citlivosti opět vyvíjelo velmi rané nšl. V-12/446 a dále následovaly odrůdy Regina a SL-1582. Velmi rané nšl. Te-39/79 vyžadovalo i ve fotoperiodě II delší období fotoperiodické citlivosti, protože jeho růst i v osmém týdnu vegetace nedosahoval přírůstků ostatních genotypů. Obdobně reagovaly odrůdy Horan a Fany.

*F*-testem délkových přírůstků v sedmém týdnu vegetace byly potvrzeny statisticky významné rozdíly způsobené genotypy a mnohem významnější rozdíly způsobené vlivem fotoperiody (tab. II). Porovnáním hodnot délkových přírůstků (tab. III) bylo prokázáno, že zkoušené genotypy byly ve fotoperiodě I v sedmém týdnu vegetace již ve fázi rychlého růstu, zatímco ve fotoperiodě II ještě neměly ukončeno období fotoperiodické citlivosti.

V obou fotoperiodických režimech se po ukončení období fotoperiodické citlivosti nejrychleji vyvíjelo velmi rané nšl. V-12/446, které ve fotoperiodě I jako jediné přešlo v devátém týdnu vegetace do fáze kvetení. Na základě těchto výsledků lze nepřímou usuzovat, že ve fotoperiodě I mají relativně nejkratší období fotoperiodické citlivosti velmi raná nšl. V-12/446 a Te-39/79, nejdelší raná odrůda Horan a pozdní od-

III. Délkové přírůstky stonku v sedmém týdnu vegetace ve fotoperiodě I a II — Length increments in the stem in the seventh week of the growing season in the photoperiods I and II

| Genotypy <sup>1</sup> | Fotoperioda <sup>2</sup> I | Fotoperioda II | Významnost <sup>3</sup> |
|-----------------------|----------------------------|----------------|-------------------------|
| V - 12/446            | 17,83                      | 8,17           | ++                      |
| Horan                 | 13,00                      | 6,33           | ++                      |
| Te - 39/79            | 17,50                      | 5,00           | ++                      |
| Regina                | 17,00                      | 7,50           | ++                      |
| Fany                  | 14,57                      | 5,00           | ++                      |
| SL - 1582             | 17,33                      | 6,00           | ++                      |
| $D_{min}$ 0,05        | 5,4558                     |                |                         |
| $D_{min}$ 0,01        | 6,5469                     |                |                         |

<sup>1</sup>genotypes, <sup>2</sup>photoperiod, <sup>3</sup>significance

růda Fany. Ve fotoperiodě II bylo dosaženo obdobných výsledků s výjimkou velmi raného nšl. Te-39/79, které na základě uvedených výsledků projevuje vyšší fotoperiodickou citlivost a při působení nepříznivé fotoperiody II má vyšší nároky na délku období fotoperiodické citlivosti.

## DISKUSE

Oddálení nástupu fáze kvetení lze považovat u fotoperiodicky citlivých rostlin za měřítko fotoperiodické citlivosti. Na základě dosažených výsledků prokázaly relativně nejvyšší fotoperiodickou citlivost genotypy Te-39/79 a SL-1582. Relativně nejmenší citlivost byla zjištěna u velmi raného nšl. V-12/446 v obou fotoperiodických režimech. Regulace nástupu fáze kvetení může být smíšená, fotoperiodicko-genetická, jak se domnívají někteří autoři (Čajlachjan, 1971; Obrazcov, 1975). Z výsledků dřívějších prací s tímto nšl. (Pavelek, Novotný, 1984; Pavelek, 1985; Pavelek, Šrámková, 1988) vyplynula možnost ranosti geneticky podmíněné, oddělené od fotoperiody (Ford et al., 1981; Cho et al., 1983). U velmi raného genotypu Te-39/79, podobně jako u středně raného genotypu SL-1582 se budou v regulaci nástupu fáze kvetení uplatňovat smíšené regulační mechanismy geneticko-fotoperiodické. Pozdnost odrůdy Regina je ovlivněna především geneticky s malým vlivem fotoperiody. Podle našich výsledků prošly v nepříznivé fotoperiodě II všechny zkoušené genotypy v souladu s výsledky, které publikoval Major (1980), tzv. PIP fází (photo-period induced phase), prodloužily BVP fázi (basic vegetative phase) v závislosti na jejich PS (photoperiod sensitivity) — fotoperiodické citlivosti. Tyto tři charakteristiky mohou být podle Majora (1980) pod oddělenou genetickou kontrolou. Průběh kvetení byl ve fotoperiodě II u všech genotypů průkazně zkrácen. Příčinou tohoto zjištění je působení teplotní uniformity ověřené v předchozí práci (Pavelek, 1991b). V závislosti na různé fotoperiodické citlivosti zkoušených genotypů nastala fáze kvetení za vyšších průměrných denních teplot vzdu-

chu, a proto proběhla rychleji. Toto zjištění není v souladu s výsledky, které uveřejnila Soročinskaja (1972), která uvádí dlouhý a rozvláčný průběh kvetení v nepříznivé fotoperiodě.

Počátek zrání byl fotoperiodou ovlivněn podobným způsobem, příčinou je však především kladný vysoce významný korelační vztah mezi obdobím setí — počátek kvetení a setí — počátek zrání (Pavelek, Šrámková, 1988). Další průběh zrání nelze jednoznačně přičíst vlivu fotoperiody, přestože se v literatuře uvádí působení fotoperiody ve vegetativní i generativní fázi (Obrazcov, 1981). U obilnin byl zjištěn rozhodující vliv počasí (Waloczyk, 1981). Různá doba setí ozimů neměla vliv na délku období od metání do zralosti (Ščepanovič et al., 1981). Mezi datem metání a postflorálním obdobím u obilnin bývá záporná korelace (McCuiston et al., 1982 — cit. Foltýn, 1985). Všechna tato zjištění potvrzují teplotní uniformitu lnu (Pavelek, 1991b) a jsou rovněž v souladu s vysoce průkazným záporným korelačním vztahem zjištěným mezi obdobím setí — počátek kvetení a obdobím zrání (Pavelek, Šrámková, 1988).

Délku období fotoperiodické citlivosti jsme určili nepřímo na základě délkových přírůstků stonku v souladu s prací, kterou publikovala Sinskaja (1945). Období fotoperiodické citlivosti bylo v nepříznivé fotoperiodě asi o týden delší ve srovnání s podmínkami přirozeného dlouhého dne. Při pěti až osmi dnech jarovizace bylo toto období v podmínkách přirozeného dlouhého dne asi 32 dní v souladu s výsledky, které uvádí Sinskaja (1954), zatímco v nepříznivé fotoperiodě se prodloužilo na 39 až 40 dní. Na základě dosažených výsledků se projevuje vztah mezi fotoperiodickou citlivostí a délkou fotoperiodické citlivosti. Oba tyto ukazatele byly u velmi raného novošlechtění V-12/446 nejnižší.

## Literatura

- ČAJLACHJAN, M. CH.: Gormonalnaja regulacija cvetenija različnych fotoperiodičeskich grupp. Učeb. Ref. Inst. a Eston Nauki, 118, 1971, č. 3, s. 78-91.
- ČAJLACHJAN, M. CH.: Regulacija cvetenija vyšších rostlin. Fiziol. Rast., 29, 1982, č. 2, s. 234-246.
- FOLTÝN, J.: Architektonika porostu pšenice. II. Klas a časová struktura. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Výr., 1985, č. 3, 56 s.
- FORD, M. et al.: Relationship between the response of spring wheat genotypes to temperature and photoperiodic treatments and their performance in the yield. J. agric. Sci., 96, 1981, č. 3, s. 623-624.
- CHO, C. H. et al.: Linkage of early maturing winter wheats. Ann. Wheat, 29, 1983, s. 73-74.
- MAJOR, D. J.: Photoperiod response characteristics controlling flowering of nine crop species. Can. J. Pl. Sci., 60, 1980, s. 777-784.
- OBRAZCOV, A. S.: Genetičeskije i fiziologičeskije mechanizmy reguljaciji skoro-spelosti odnoletnich rastlin. Sel. Biol., 10, 1975, č. 3, s. 334-342.
- OBRAZCOV, A. S.: Biologičeskije osnovy selekciji rastlin. Moskva, Kolos 1981, 271 s.
- PAVELEK, M.: Genetická analýza doby kvetení u přadného lnu. Len a Konopí, 20, 1985, s. 77-89.
- PAVELEK, M.: Utváření a průběh fenofází u novošlechtění a odrůd lnu s odlišnou délkou vegetační periody. Len a Konopí, 1991a, č. 21.
- PAVELEK, M.: Uniformita v nárocích na teplotu v některých fenofázích vegetační periody u lnu. Len a Konopí, 1991b, č. 21.

- PAVELEK, M. — NOVOTNÝ, V.: Rezistence lnu vůči chorobám, zvýšení odolnosti proti poléhání a zlepšení ranosti. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1984, 95 s.
- PAVELEK, M. — SRÁMKOVÁ, L.: Šlechtění lnu s vysokým výnosovým potenciálem, odolností proti poléhání a chorobám. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1988, 71 s.
- SINHA, S. K. — TOMAR, D. P. S. — DESMUKH, P. S. — et al.: Photoperiodic response and yield potential in linseed varieties. Indian J. Agric Sci., 43, 1973, č. 11, s. 1009-1012.
- SKRIPČINSKIĬ, V. V.: Genetika fotoperiodizma pokrytosemenných. Genetika, 7, 1971, č. 10, s. 140-152.
- SINSKAJA, E. N.: O tipach vzaimootnošeniya meždu razvitiem i rostom u rastenij dljnogo i korotkogo dnja. Kratkij očet o naučnoissledovatel'skoj rabote za 1950 g. Vsesojuz. naučno-issled. Inst. masl. Kult. Krasnodar, 1951, 154 s.
- SINSKAJA, E. N.: Voprosy razvitiya i rosta lna v svyazi s organoobrazovaniem i nakopleniem urožaja. Sbor. Rab. biol. Razv. Fiziol. Lna, Moskva, 1954, s. 5-44.
- SIZOV, I. A.: Steuerung des Fachstums und der Entwicklung des Leins in der Ontogenese. Wageningen, Fibra 13, 1968, č. 3, s. 3-12.
- SOROČINSKAJA, M. A.: Razloženiye populacij lna masličnogo v uslovijach zimněgo dnja. Bjull. nauč.-techn. Inform. masl. Kult., 1967, č. 1, 51 s.
- SOROČINSKAJA, M. A.: Značeniye letnyh posevov pri selekcii lna masličnogo na skorospelost. Bjull. nauč.-techn. Inform. Krasnodar, Vaschnil, VNIIMK, 1968, s. 11-15.
- SOROČINSKAJA, M. A.: Razloženiye populacij lna masličnogo v uslovijach korotkogo svetovogo dnja kak metod dlja otbora skorospelych form. Selek. i Semenov. masl. Kult. Krasnodar, 1972, s. 216-222.
- ŠČEPANOVIČ, T. — PROTIČ, R. — SPASOJEVIČ, B.: Uticaj rokova setve i količine azota na ttrajanje morfogeneze u nekin sorti pšenice. Savrem. Poljopriv., 29, 1981, č. 5-6, s. 189-200.
- VRZALOVÁ, J.: Reakce československých sort lnu na regulovanou délku dne. In: Sbor. vys. Šk. zeměd. Brno, Řada A, 1961, č. 1-2, s. 61-75.
- WALOCZYK, K.: Einfluss von Winterungsfaktoren auf das Entwicklungsverhalten von Winterweizen sorten und Möglichkeiten zur Vorausschätzung des Schosstermins. Arch. Accker- Pfl.-Bau Bodenkde, 25, 1981, č. 8, s. 477-484.
- YANAGISAWA, Y.: Effects of combinations of different day length conditions during the growth of plants (*Linum usitatissimum* L.) on their growth and development. II. The effects of transfer from short day to natural long day. Proc. Crop. Sci. Soc. Jap., 44, 1975, č. 4, s. 375-381.

Došlo 11. 9. 1991

M. PAVELEK (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Temenice):

**The response of varieties and new breeds of flax (*Linum usitatissimum* L.) to photoperiod.**

Rostl. Výr., 38, 1992 (2) : 133-141.

Two-year pot trials were conducted to study the soil response of varieties and new breeds of flax to 8-hour photoperiod and duration of the period of photoperiod sensitivity. The trial included two very early new breeds V-12/446 and Te-39/79, early variety Horan, medium early new breeds SL-1582 and comparatively late varieties Regina and Fany. The trials were conducted in two-photoperiod regimes (photoperiod I — natural long day with April sowing, photoperiod II — short day lasting 8 hours). Photoperiod II was induced by covering of the Mitscherlich vessels with black plastic foil for 30 days from emergence from 3 p.m. to 7 a.m. of the next day whereby a regime of 8 hours — light and 16 hours — dark was induced. Duration of photoperiodic sensitivity was indirectly determined by measuring the length increases of plants in week intervals. The response to the unfavourable photoperiod was studied at the phenological stages X1 — a stage from sowing to the onset of anthesis, X4 — stage of plant flowering, X6 — the stage from sowing to the beginning of ripening, X9 — the stage of plant ripening. The results were processed graphically and through analysis of dispersion.

The photoperiodic regimes I and II were highly significantly affected by the phenological stages X1, X4, X6 (Tab. I), prevailing. The response to the photoperiod II at the phenological stage X1 was highly significantly (Fig. 1) with delayed onset of flowering on an average for both experimental years by 7.66 days. The highest sensitivity has been found out in very early new breed Te—39/79 and medium early new breed SL—1582. Relatively poorest response was found out in late varieties Regina and Fany.

The response to the photoperiod II in the phenological stage of flowering X4 (Fig. 2) was manifested by highly significantly shortening of this stage, in particular in very early genotypes V—12/446 and Te—39/79. This was primarily due to the effect of unfavourable photoperiod II, though the reason proper is not in this photoperiod regime but in temperature uniformity found out during experiments (Pavelek, 1991b). In dependence on various photoperiodical sensitivity and on earliness of the tested genotypes in the phenological stage X1, the phase of flowering began in the photoperiod II under higher average daily temperatures of air and as a result of this, was faster.

The response to the photoperiod II in the phenological stage X6 (Fig. 3) was manifested by highly significant delay of this phenological stage, on an average by 9.19 days for both experimental years. The most marked response could be seen in medium early new breed SL—1582, the relatively poorest sensitivity was found out in late variety Regina and very early new breed V—12/446. The basis of this response in the phenological stage from sowing to the beginning of ripening cannot be seen in the effect of unfavourable photoperiod II, but this consists in the positive correlation between time of sowing to the onset of flowering and sowing to the beginning of ripening (Pavelek, Šrámková, 1988).

The response to the photoperiod II in the phenological stage X9 (Fig. 4) was not entirely ambiguous. Highly significant shortening of this phenological stage occurred in one year by 4.50 days ( $P = 0.01$ ), as opposed to the second year when an insignificant elongation by 0.84 days occurred. One cannot maintain that a distinct course of phenological stage of ripening is directly associated with unfavourable effect of photoperiod II.

The stage of the flax rapid growth is in correlation with the duration of photoperiodic sensitivity. In both photoperiodic regimes highly significant differences were found in length increments and time as well, when they appeared (Fig. 5, 6). In the photoperiod I, the photoperiodic sensitivity finished practically in the sixth week of the vegetation, whereas in the photoperiod II, this period finished for about a week later. *F*-test of length increments in the seventh week of growing season confirmed statistically significant differences caused by genotypes and more significant differences due to photoperiod (Tab. II). By comparison of length increments values (Tab. III), it was confirmed that the genotypes involved in the photoperiod II were already in the seventh week of the growing season at the stage of rapid growth, whereas in the photoperiod I the still have not finished the period of photoperiodic sensitivity in this time. After finishing the photoperiodic sensitivity, a very early genotype V—12/446 grew fastest in both regimes of photoperiod. Very early new breed Te—39/79, which in the photoperiod I did not finish the photoperiodic sensitivity as the other, in the photoperiod II this showed higher demands for duration of this period in dependence on its relatively high photoperiodic sensitivity.

It is evident from the results obtained that different photoperiodic sensitivity of the varieties and new breeds under review was manifested, being the highest in very early new breed Te—39/79 and medium-early new breed SL—1582. A relatively poorest sensitivity was found in very early in new breed V—12/446 and relatively late variety Regina. The photoperiodic sensitivity in the photoperiod I took about 32 days whereas in the unfavourable photoperiod II, this was longer by a week. A certain connection was found between photoperiodic sensitivity and duration of the photoperiodic sensitivity, the former being of a positive character. The results can be used for breeding controlled manipulation with the duration of the growing season.





CHCETE PODNIKAT?  
NEVÍTE JAK NA TO?  
NEVÍTE S KÝM?  
NEVÍTE ZA CO?  
PŘIJĎTE, JE TU  
ADEKO!!!

**ADEKO, a. s. Vám nabízí**

- marketingovou činnost v oboru ekologie
- poradenskou, konzultační, posudkovou, zprostředkovatelskou, obstaravatelskou a zastupitelskou činnost
- kapitálovou účast v jiných podnikatelských společnostech
- společné podnikání
- investorskou a investiční činnost
- výběr zahraničních partnerů pro společné podnikání
- zajišťování a provádění leasingu
- poskytování služeb

**ADEKO, a. s.**  
**Slezská 7**  
**120 56 PRAHA 2**  
**Tel.: 258 342 FAX: 259 270**

# VLIV INOKULACE OSIVA NA FIXAČNÍ KAPACITU MOLEKULÁRNÍHO DUSÍKU A PRODUKČNÍ SCHOPNOSTI NADZEMNÍ A PODZEMNÍ BIOMASY U HRACHU SETÉHO (*PISUM SATIVUM* L.)

Eva Biedermannová, Josef Vondryš

Jihočeská univerzita, zemědělská fakulta,  
370 05 České Budějovice

Ve třech vegetačních obdobích 1988 až 1990 byly testovány různé inokulační preparáty u hrachu setého odrůdy Bohatýr. Pokusy byly realizovány v polních podmínkách na půdě písčito-hlinité s půdní reakcí slabě kyselou až neutrální a s optimální zásobou fosforu a draslíku bez použití minerálního dusíku. Použitá inokula neměla vliv na produkci sušiny nadzemní biomasy, snížila však produkci podzemní biomasy. Kmeny D 28 a D 253 vykázaly vyšší celkovou nitrogenázovou aktivitu, a tím i vyšší množství fixovaného dusíku oproti neinokulované kontrole. Obchodní preparát Rizobin byl v množství fixovaného dusíku na úrovni kontroly. U specifické nitrogenázové aktivity kolísaly výsledky v jednotlivých fenofázích růstu rostliny, celkově však inokulace vedla ke zvýšení specifické nitrogenázové aktivity oproti kontrole.

Inokulace osiva luskovin patří mezi biologické zásahy, využívající biologicky přirozené látky bez vedlejších negativních vlivů na rostlinu nebo prostředí. V případě inokulace bobovitých rostlin jde o ovlivnění symbiotického systému rhizobia — rostlina, který v přírodě vzniká převážně spontánně s různou kapacitou fixace molekulárního dusíku ( $N_2$ ). Jako u jiných biopreparátů, tak i při inokulaci osiva luskovin se mohou projevovat značné rozdíly mezi výsledky získanými v laboratoři (v kontrolovaných podmínkách) a výsledky získanými v polních podmínkách (Fred et al., 1932; Vincent, 1970; Fric, 1990; Heichel, Henjum, 1991).

Variabilita mezi kmeny rhizobií je dobře známa (Šimon, 1990). Jejich primární selekce pro obchodní inokula je vesměs realizována v optimálních podmínkách. Výsledkem pak může být, že kmen vysoce efektivní v laboratorních podmínkách nepotvrdí svoji účinnost v podmínkách polních (Im s a n d e, 1989).

Vzájemné vztahy mezi rhizobiálními kmeny a odrůdami hostitelské rostliny jsou velmi významné ve smyslu účinnosti biologické fixace  $N_2$ , kde jde o faktory děděné jak baktériemi, tak hostitelskou rostlinou na jedné straně (R o s s e n et al., 1986) a na druhé straně jde o ovlivnění efektivnosti symbiózy dusíkem negenetických faktorů biologické a abiotické povahy (N a š i n e c, M a r e č k o v á, 1991).

Různá může být i kvalita inokula, která v polních podmínkách závisí na počtu buněk rhizobií aplikovaných na semeno (titr inokula), jejich konkurenční schopnost při nodulaci hostitele s půdními rhizobii, půdně klimatické podmínky jako např. pH, vlhkost půdy, teplota, hla-

dina minerálních živin (Lie, 1974; Vondrys, Biedermannová, 1980). Kvalita inokulace závisí rovněž na účinnosti směsných inokulací (více kmenů rhizobií) nebo inokula složeného pouze z jednoho kmene, jak uvádějí Rumbaugh et al. (1990).

## MATERIÁL A METODA

V letech 1988 až 1990 byl v polních pokusech na lokalitě Čtyři Dvory (jde o půdu písčito-hlinitou), s jemnou zrnitostí, s půdní reakcí slabě kyselou až neutrální, s upravenou zásobou fosforu a draslíku, bez aplikace minerálního dusíku) po jarní obilnině jako předplodině pěstován hrách setý, odrůda Bohatýr, inokulovaný ve čtyřech pokusných variantách: 1) kontrola — bez inokulace; 2) inokulace obchodním preparátem Rizobin (výrobce VOL Strančice); 3) inokulace kmenem D 28; 4) inokulace kmenem D 253.

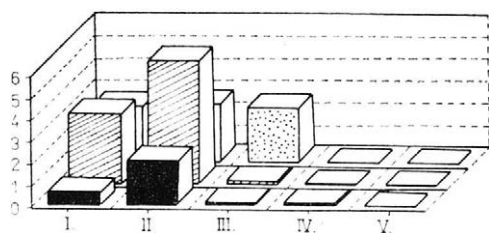
Inokulační preparáty kmenů D 28 a D 253 byly připraveny ve VÚRV Praha - Ruzyně. Kontrolní variantu a variantu s Rizobinem považujeme za inokulum složené z více než jednoho kmene rhizobií.

Hrách byl vyset ručně na parcelky o velikosti 6×2,4 m do hloubky 3 až 5 cm v počtu přepočteném na 1 mil. klíčivých semen na 1 ha. Rostliny byly odebírány a analyzovány od 23. dne po zasetí ve dvou týdenních intervalech. V průběhu vegetace byla sledována dynamika akumulace sušiny biomasy nadzemní a podzemní hmoty u pěti rostlin z každé varianty a enzymová nitrogenázová aktivita (Hardy et al., 1973) v těchto fenologických fázích: I. 5. list; II. 8. až 9. list; III. plný květ; IV. zelené lusky; V. plná zralost.

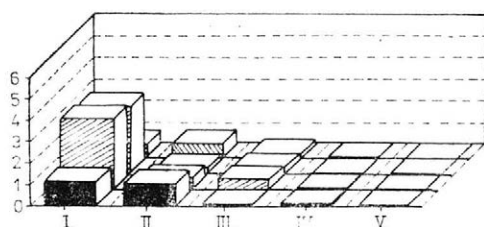
Dále byla měřena sušina hlízek, ze které byla odvozena specifická nitrogenázová aktivita (Škrdleta et al., 1976) a realizován odhad fixace dusíku za vegetační období (Šimek et al., 1987). Pro přepočet redukce acetylenu na redukci dusíku byl použit molární poměr 4:1. Výsledky byly přepočítány na jednotku plochy (1 ha). Je tedy pravděpodobně odhad fixace dusíku zatížen chybou. Úroveň nitrogenázové aktivity zjištěná v určitém odběrovém termínu platí pro celé kalkulované období. Vzhledem k vysoké variabilitě naměřených hodnot byl zvolen ke statistickému vyhodnocení výsledků neparametrický test Kruskalův-Walisův s následnou Neměnyiho metodou vícenásobného srovnávání (Anděl, 1978).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

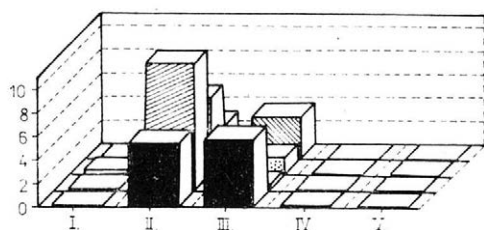
Celková nitrogenázová acetylén-redukční aktivita měřená redukcí acetylenu na etylén v přepočtu na jeden nodulovaný kořen byla inokuly výrazně ovlivněna (obr. 1 až 3). Vzhledem k sezónnímu průběhu nitrogenázové aktivity jsou hodnoceny odběry v časové řadě od 23. dne vegetace až do plné zralosti. Rozdíly mezi použitými inokuly, kdy v jednotlivých ročnících dochází k výraznému posunu nejenom podle použitého inokula, ale i podle fenofáze měření, nejsou v souladu s laboratorními výsledky (Našinec, 1980; Škrdleta et al., 1988). Příkladem může být průběh nitrogenázové aktivity v roce 1989, ve kterém



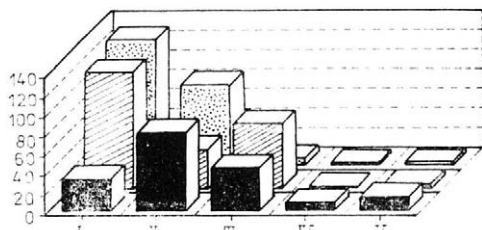
1. Průměrná nitrogenázová aktivita v roce 1988 v jednotlivých fenofázích (nmol etylénu na rostlinu za 1 h) — Average nitrogenase activity in 1988 at particular phenological stages (nmol of ethylene per plant for one hour)



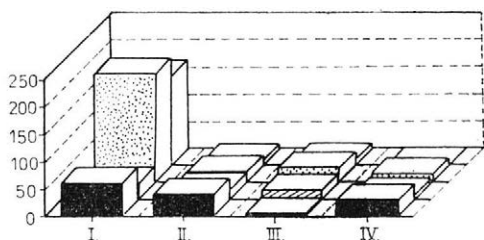
2. Průměrná nitrogenázová aktivita v roce 1989 v jednotlivých fenofázích (nmol etylénu na rostlinu za 1 h) — Average nitrogenase activity in 1989 at particular phenological stages (nmol of ethylene per plant for one hour)



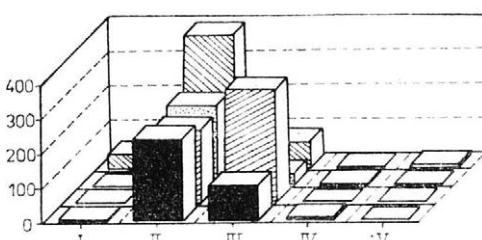
3. Průměrná nitrogenázová aktivita v roce 1990 v jednotlivých fenofázích (nmol etylénu na rostlinu za 1 h) — Average nitrogenase activity in 1990 at particular phenological stages (nmol of ethylene per plant for one hour)



4. Průměrná specifická nitrogenázová aktivita v roce 1988 v jednotlivých fázích (nmol etylénu na 1 g sušiny hlízek za 1 h) — Average specific nitrogenase activity in 1988 at particular phenological stages (nmol of ethylene per 1 g of tubercle dry matter per one hour)



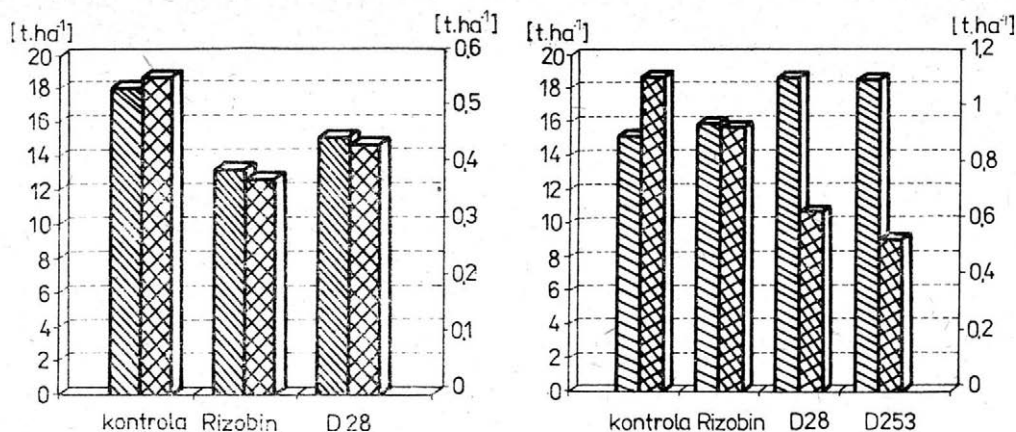
5. Průměrná specifická nitrogenázová aktivita v roce 1989 v jednotlivých fázích (nmol etylénu na 1 g sušiny hlízek za 1 h) — Average specific nitrogenase activity in 1989 at particular phenological stages (nmol of ethylene per 1 g of tubercle dry matter for one hour)



6. Průměrná specifická nitrogenázová aktivita v roce 1990 v jednotlivých fázích (nmol etylénu na 1 g sušiny hlízek za 1 h) — Average specific nitrogenase activity in 1990 at particular phenological stages (nmol of ethylene per 1 g of tubercle dry matter for one hour)  
osa x — fenofáze  
x axis — phenological stage

byly nejvyšší hodnoty ve fenofázi 5. listu a pak aktivita až do plné zralosti klesala.

V roce 1988 a 1989 byl vrchol nitrogenázové aktivity zjištěn ve II. odběru se zřetelnými rozdíly mezi použitým inokulem. Zde jsou naše výsledky v rozporu s výsledky získanými v kontrolovaných podmínkách



7. Výnos sušiny biomasy (1988) — The yield of biomass dry matter (1988)

8. Výnos sušiny biomasy (1989) — The yield of biomass dry matter (1989)

osa  $x$  — varianty —  $x$  — axis — variants

osa  $y$  vlevo — sušina nadzemní části —  $y$  axis left — above-ground dry matter

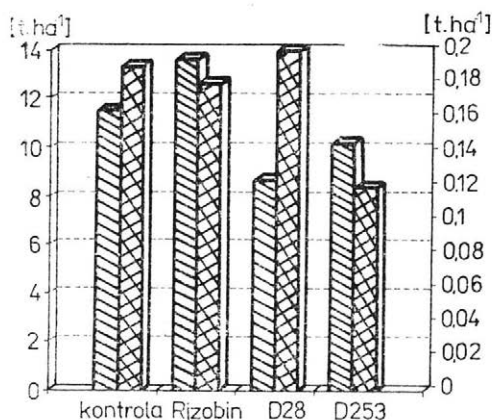
osy  $y$  vpravo — sušina kořenů —  $y$  axis right — root dry matter

(Našinec, 1980; Škrdleta et al., 1988). Zmínění autoři shodně potvrdili, že ve fénofázi kvetení a tvorby zelených lusků je nitrogenázová aktivita u hrachu nejvyšší. V našem případě ve IV. odběru (zelené lusky) byla nitrogenázová aktivita zřetelně nižší než v předchozích odběrech. Vysvětlení spočívá ve zdravotním stavu kořenového systému, u kterého v těch ročnících, ve kterých byl silně napaden kořenovou fusariózou (kořenová spála a vadnutí hrachu), nedošlo k plnému rozvinutí dusík fixujícího systému. Diagnostika choroby v našem případě byla ztížena tím, že ve všech případech v nadzemní části byly rostliny hrachu naprosto nepoškozené, bez jakýchkoliv změn v barvě, takže k poklesu biologické fixace docházelo v podzemní části rostliny. Lze tedy uzavřít, že pokles nitrogenázové aktivity byl i prvním měřitelným příznakem výše uvedené choroby.

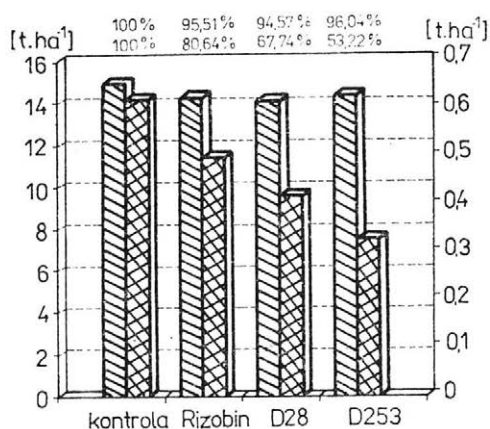
Při statistickém hodnocení v letech 1988 až 1990 v růstové fázi II byl rozdíl v nitrogenázové aktivitě mezi variantami průkazný, v roce 1990 vysoce průkazný. Tato průkaznost je zaznamenána vždy mezi variantou s nejvyšším průměrem a variantou s nejnižším průměrem. Ve III. odběru (fáze kvetení) byl v roce 1988 mezi variantami vysoce průkazný rozdíl. V růstové fázi IV (zelené lusky) v letech 1988 a 1990 průkazný rozdíl mezi variantami zjištěn nebyl, v roce 1989 byl nalezen vysoce průkazný rozdíl mezi kontrolou a kmenem D 253.

Průměrná specifická nitrogenázová aktivita je zachycena na obr. 4 až 6. Ve třech sledovaných letech nelze z polního pokusu učinit jednoznačný závěr ve prospěch kteréhokoliv inokula. Např. v ročníku 1989 (I. odběr) byla u kmenů D 28 a D 253 specifická nitrogenázová aktivita výrazně vyšší a naopak v ročníku 1990 pouze kmen D 253 ve II. odběru a Rizobin ve III. odběru výrazně převýšily kontrolu. Ročník 1988 potvrdil vyšší specifickou nitrogenázovou aktivitu u kmene D 28 v I. odběru, ale ve II. odběru se její hodnota prakticky rovnala hodnotě kontrolní varianty. Celkově lze konstatovat, že specifická nitrogenázová

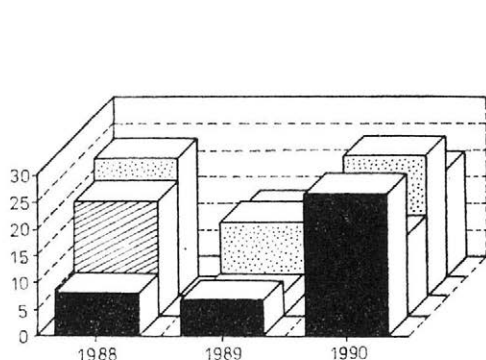




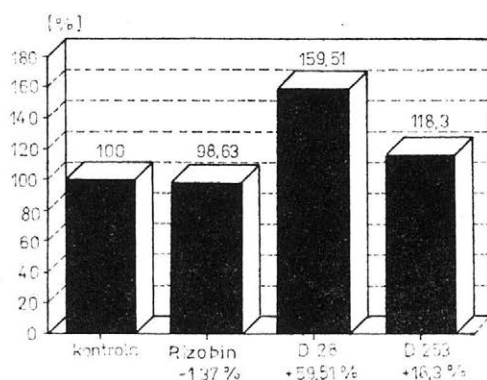
9. Výnos sušiny biomasy (1990) — The yield of biomass dry matter (1990)



10. Výnos sušiny nadzemní a podzemní biomasy (1988 až 1990) — The yield of above-ground and underground biomass dry matter (1988 to 1990)



11. Odhad fixace za vegetační období (kg N.ha⁻¹) — Estimation of fixation for the growing season (kg of N per 1 ha)



12. Odhad fixace za léta 1988 až 1990 — Estimation of fixation over the years 1988 to 1990

aktivita u inokulovaných variant byla vždy vyšší než u kontrolní varianty.

V produkci sušiny biomasy nadzemní části rostlin jsou rozdíly u jednotlivých druhů použitého inokula znázorněny na obr. 7 až 9. Při různém množství fixovaného dusíku z atmosféry a předpokládaných rozdílech v množství dusíku v půdě na různých honech byly rozdíly v hmotnosti nadzemní biomasy minimální. Toto koresponduje s výsledky, které uveřejnil Imsande (1989), že výnosy semene sóje, zvýšené dusíkatým hnojením u nenodulujících rostlin, jsou podobné, nikdy však vyšší než kontrolní nodulující varianty.

Bez další analýzy tyto výsledky indikují skutečnost, že na poli úrodnost půdy a dusík fixovaný ze vzduchu opatřují rostlinám určitou hladinu dusíkaté výživy a další zvyšování fixační kapacity (rozdíly v nitrogenázové aktivitě) nevede ke zvýšení produkce nadzemní bio-

masy, jak je tomu v řízených podmínkách. S tím korespondují i naše výsledky, ve kterých sušina nadzemní biomasy oproti kontrole byla snížena maximálně o 5 % a statistické průkaznosti nebylo dosaženo.

Rozdíly v produkci sušiny podzemní biomasy jsou rovněž znázorněny na obr. 7 až 9. V roce 1988 a 1990 nebyl statisticky průkazný rozdíl mezi variantami. V roce 1989 byl zjištěn vysoce průkazný rozdíl mezi kontrolou a kmenem D 253 a průkazný rozdíl mezi kontrolou a kmenem D 28. Inokulum snižuje statisticky průkazně hmotnost sušiny kořenové hmoty. V sumáři za léta 1988 až 1990 na obr. 10 se ukazuje, že použití jakéhokoliv inokula vedlo k 19 až 46% snížení sušiny kořenů.

Odhad fixace dusíku za vegetační období v jednotlivých letech je znázorněn na obr. 11. V odhadech fixace dusíku jsou zřejmé značné ročníkové rozdíly. V sumáři za léta 1988 až 1990 (obr. 12) je vidět výrazné zvýšení v množství fixovaného dusíku na jednotku plochy (u kmene D 28 o 59,51 % a u kmene D 253 o 16,3 %) a v podstatě stejné výsledky byly dosaženy při použití obchodního Rizobinu (snížení o 1,3 % ve vztahu ke kontrole).

#### Poděkování

Děkujeme za konzultační pomoc RNDr. V. Škrdletovi, CSc., a V. Našincovi, CSc., za statistické zpracování výsledků doc. RNDr. V. Nýdlovi, CSc., za poskytnutí kmenů D 28 a D 253 RNDr. H. Marečkové, CSc., a za grafické zpracování ing. Z. Gramanovi a ing. B. Lhotskému.

#### Literatura

- ANDĚL, J.: Matematická statistika, Praha, SNTL 1978.
- FRED, E. B. — BALDWIN, I. L. — MCCOY, E.: Root nodule bacteria and leguminous plants. Univ. Wisconsin Press, Madison, 1932.
- FRIC, V.: Studium metody prognózy a signalizace škůdců a netradičních způsobů ochrany chmele. [Výroční zpráva.] Žatec, VŠUCH 1990, s. 22-25.
- HARDY, R. W. F. — BURNS, R. C. — HOLSTEN, R. D.: Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. Soil. Biol. and Biochem., 5, 1973, s. 47-81.
- HEICHEL, G. H. — HENJUM, K. I.: Dinitrogen fixation, nitrogen transfer, and productivity of forage legume-grass community. Crop Sci., 31, 1991, s. 202-208.
- IMSANDE, J.: Rapid dinitrogen fixation during soybean pod fill enhances. Net photosynthetic output and seed yield. Agron. J., 81, 1989, s. 549-556.
- LIE, T. A.: Environmental effects on nodulation and symbiotic nitrogen fixation. In: QUISPÉL, A. (ed.): The biology of nitrogen fixation, North-Holland Publ. Comp. Amsterdam, Oxford, 1974, s. 555-576.
- NAŠINEC, V.: Symbiotická fixace molekulárního dusíku u fazole a hrachu. [Kandidátská disertace.] Praha, 1980.
- NAŠINEC, V. — MAREČKOVÁ, H.: Biotechnologie v zemědělství. Symbiotická fixace molekulárního dusíku. Praha, Min. Zeměd. 1991, s. 41-69.
- ROSSEN, L. — JOHNSTON, A. W. B. — FIRMIN, J. L. — SHEARMAN, C. A. — EVANS, I. J. — WILSON, K. E. — DOWNIE, J. A.: Structure, function and regulation of nodulation genes of *Rhizobium leguminosarum*. In: Int. Symp. Pl. molec. Biol., Strasbourg, 1986.
- RUMBAUGH, M. D. — LAWSON, K. L. — JOHNSON, D. A.: Paired rhizobia general and specific effects on subterranean clover seedling growth. Crop Sci., 30, 1990, s. 682-685.
- ŠIMEK, M. — VACEK, V. — ŮLEHLOVÁ, B.: Stanovení fixace dusíku u jetele plazivého (*Trifolium repens* L.). Rostl. Výr., 33, 1987, č. 3, s. 279-292.
- SÍMON, T.: Efektivita kmenů *Rhizobium leguminosarum* v kombinaci s několika nově šlechtěnými odrůdami hrachu setého (*Pisum sativum* L.). Rostl. Výr., 36, 1990, č. 12, s. 1285-1292.

SKRDLETA, V. — NAŠINEC, V. — HAVLOVÁ, M.: Vztah mezi redukcí acetylenu a některými ukazateli symbiotické fixace dusíku u hrachu (*Pisum sativum* L.). Rostl. Vyr., 22, 1976, č. 8, s. 881-888.

SKRDLETA, V. — LISÁ, L. — NĚMCOVÁ, M. — HÁDEK, J. — KOVÁŘOVÁ, D.: Symbióza hrachu s rhizobii a její endogenní regulace. Rostl. Vyr., 34, 1988, č. 9, s. 899-905.

VINCENT, J. M.: A manual for practical study of root — nodule bacteria. Blackwell Sci. Publ. Oxford and Edinburgh IBP Handbook, 1970, č. 15.

VONDRYS, J. — BIEDERMANNOVÁ, E.: Časový průběh symbiotické fixace dusíku u bobu obecného (*Faba vulgaris* L.) sledovaný acetylénovou redukcí metodou. Rostl. Vyr., 26, 1980, č. 10, s. 1031-1039.

Došlo 9. 11. 1991

E. BIEDERMANNOVÁ, J. VONDRYS (South Bohemian University, Faculty of Agriculture, České Budějovice):

**The effect of seed inoculation on the fixation capacity of molecular nitrogen and production power above-ground and underground biomass of pea (*Pisum sativum* L.).**

Rostl. Vyr., 38, 1992 (2) : 143-150.

An inoculation of the seed of legumes is one of biological interventions with no side adverse effects on the plant or environment. In the case of fabaceous crops, this is a matter of influencing the symbiotic system of rhizobia-plant of different capacity of fixation of molecular nitrogen ( $N_2$ ).

In the years 1988 to 1990 pea, the variety Bohatýr, inoculated in four experimental variants, was cultivated in the field trials at the site Čtyři Dvory without mineral nitrogen application: 1) control — without inoculation; 2) inoculation with commercial preparation Rizobin; 3) inoculation by the strain D 28; 4) inoculation by the strain D 253.

The plants were collected and analyzed from 23rd day after seeding in two-weekly intervals. During the growing season dynamics of dry-matter accumulation of the above-ground and underground biomass in five plants from each variant was studied along with enzymatic nitrogenase activity at the phenological stages as follows: stage I — fifth leaf; stage II — the eighth to ninth leaf; stage III — full flower; stage IV — green pod; stage V — full ripeness.

Apart from this, dry-matter of tubercles was measured from which a specific nitrogenase activity was derived and nitrogen fixation for the growing season per area unit (1 ha) was estimated. The results were statistically treated.

The overall nitrogenase acetylene-reducing activity, measured by acetylene reduction to ethylene converted per a nodulated root, was significantly influenced by inocula (Fig. 1 to 3). The differences among inocula applied, when a marked shift appears in different year not only according to the inoculum used, but also according to the phenological stage of measuring, are not congruent with laboratory results. This can be explained by health of the root system, which in the years when this was strongly infested with root fusariosis (fusarium foot rot of pea and pea wilt) nitrogen-fixing system was not fully developed.

In specific nitrogenase activity (Fig. 4 to 6) over three years under study, an ambiguous conclusion cannot be made from a field trial for the benefit of any inoculum. Generally speaking, specific nitrogenase activity in inoculated variants was higher than that in the control.

There are some differences in the kinds of used inoculum in question (Fig. 7 to 9) in the production of dry matter biomass of above-ground part of the plants. With different amounts of fixed nitrogen from atmosphere and expected differences in the amount of soil nitrogen in various plots, the minimum differences were observed in the weight of above-ground biomass. These results indicate that the soil fertility and nitrogen fixed from atmosphere provide the plants with a certain level of nitrogeneous nutrition and further increase in the fixing capacity, though do not lead to an increase in the above-ground biomass output as it is in the controlled conditions. Our results correspond with those, when above-ground biomass dry matter was reduced maximum by 5% in comparison with the control and statistical significance was not obtained.

The Fig. 7 to 9 reflect the differences in the underground biomass dry matter output. An inoculum applied decreases statistically significantly the weight of root mass dry matter. Summing up the data followed from the years 1988 to 1990 in Fig. 10, it turns out that using any inoculum led to 19 to 46% decrease in the root dry matter.

In estimations of nitrogen fixation for the growing season, marked differences in the years can be seen. Summing up for the years 1988 to 1990 (Fig. 12), a marked increase was obtained in the amount of fixed nitrogen per area unit (by 59.51 % in the strain D 28, by 16.3 % in the strain D 253) and in principle, essentially identical results were obtained when commercial Rizobin has been applied (drop by 1.3 % — is referred to control).

# TVORBA A REDUKCIA PRVKOV ÚRODY FAZULE

(*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Eubomír Pastucha

Výskumný ústav rastlinnej výroby, 921 68 Piešťany

V rokoch 1987 až 1989 boli sledované základné morfológické znaky, počty generatívnych orgánov a ich redukcia počas vegetácie pri odrodách poľnej fazule Prima a Gesta. Gesta bola vysiatá v dvoch organizáciách (hustotách) porastu. V priemere len 28 % z rozkvitnutých kvetov dalo úrodu zrelých strukov. Z rozkvitnutých kvetov sa založili struky v 68 % prípadov a zo založených strukov dozrelo 42 %. Vyššie hodnoty zachovania generatívnych orgánov vykázala odroda Gesta, pričom ich redukcia nebola organizáciou (hustotou) porastu ovplyvnená.

Na tvorbe celkovej úrody poľnohospodárskych plodín sa podieľa viac úrodotvorných prvkov. Kým pri väčšine najrozšírenejších plodín sú tieto prvky a vzťahy medzi nimi pomerne dobre preskúmané a známe, pri strukovinách a obzvlášť pri fazuli je takýchto údajov veľmi málo.

Známa je tiež skutočnosť, že biologický úrodotvorný potenciál strukovín je realizovaný do konečnej úrody len čiastočne. Je to ovplyvňované mnohými faktormi vnútornými (vlastnosti odrody) aj vonkajšími (pestovateľské podmienky). Konkrétne údaje o veľkosti realizácie úrodotvorného potenciálu strukovín sú veľmi rôznorodé (Ančerbak, 1968; Gubišová, 1975; Mjakuško, Lunin, 1976; Graman, 1980; Rieger, Jefimov, 1981; Wiebold et al., 1981; Marchezan, Costa, 1983; Janicka, Szyrmer, 1987).

## MATERIÁL A METÓDA

Pozorovania sme robili v rokoch 1987 až 1989 na odrode fazule Prima a nšl. HS—6493, ktoré bolo neskôr povolené ako odroda Gesta.

Odroda Prima bola vysievaná pri šírke medziriadkov 375 mm a výsevku 0,5 mil. klíčivých semien na 1 ha. Odroda Gesta bola vysievaná jednak rovnako ako Prima (širšie medziriadky) a tiež pri užších medziriadkoch (250 mm) a zvýšenom výsevku (0,7 mil. klíčivých semien na 1 ha).

Po vzídení porastu sme označili v každom variante po 10 rastlín, na ktorých sme robili sledovania. Počas vegetácie sme priebežne sledovali počet rozkvitnutých kvetov a počet založených strukov. Po dozretí sme na týchto rastlinách zisťovali počet uzlov, konárov, strukov, počet semien a hmotnosť semien. Zo získaných údajov sme ďalej vypočítali pre každú rastlinu počet a hmotnosť semien na jeden struk a hmotnosť 1000 semien. Z údajov o počtoch rozkvitnutých kvetov, založených



I. Hodnoty sledovaných znakov podľa variantov a rokov — Values of investigated traits according to variants and the years

|                                   |              | PU   | PKon | PKv  | PStZ | PStD | PSem | HSem  | PSem/<br>St | HSem/<br>St | HTS | StZ/<br>Kv | StD/<br>Kv | StD/<br>StZ |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------------|-------------|-----|------------|------------|-------------|
| 1987                              | Prima        | 10,3 | 4,9  | 34,2 | 23,9 | 8,8  | 29,1 | 7,84  | 3,31        | 0,89        | 269 | 70         | 26         | 37          |
|                                   | Gesta 375 mm | 5,0  | 4,2  | 27,0 | 17,9 | 8,6  | 23,7 | 7,07  | 2,76        | 0,82        | 298 | 66         | 32         | 48          |
|                                   | Gesta 250 mm | 5,0  | 3,1  | 26,3 | 15,7 | 7,0  | 17,1 | 4,43  | 2,44        | 0,63        | 259 | 60         | 27         | 45          |
| 1988                              | Prima        | 11,6 | 6,3  | 58,6 | 42,6 | 11,8 | 27,5 | 6,56  | 2,34        | 0,59        | 239 | 73         | 20         | 28          |
|                                   | Gesta 375 mm | 5,0  | 4,4  | 21,4 | 18,0 | 6,3  | 22,0 | 6,90  | 3,40        | 1,04        | 314 | 84         | 29         | 35          |
|                                   | Gesta 250 mm | 5,0  | 3,8  | 19,7 | 15,9 | 7,8  | 21,2 | 5,94  | 2,72        | 0,76        | 280 | 81         | 38         | 47          |
| 1989                              | Prima        | 11,6 | 4,4  | 46,6 | 24,1 | 12,1 | 33,1 | 11,80 | 2,60        | 0,90        | 338 | 52         | 26         | 50          |
|                                   | Gesta 375 mm | 5,0  | 3,9  | 35,0 | 22,4 | 10,6 | 25,1 | 8,97  | 2,37        | 0,85        | 256 | 64         | 30         | 47          |
|                                   | Gesta 250 mm | 4,9  | 3,2  | 33,2 | 22,2 | 8,6  | 18,8 | 5,70  | 2,19        | 0,66        | 280 | 67         | 26         | 39          |
| Priemer <sup>1</sup><br>1987-1989 | Prima        | 11,2 | 5,2  | 46,5 | 30,2 | 10,8 | 29,9 | 8,73  | 2,75        | 0,79        | 282 | 65         | 24         | 38          |
|                                   | Gesta 375 mm | 5,0  | 4,2  | 27,8 | 19,4 | 8,5  | 23,6 | 7,65  | 2,84        | 0,90        | 323 | 71         | 31         | 43          |
|                                   | Gesta 250 mm | 5,0  | 3,4  | 26,4 | 17,9 | 7,8  | 19,0 | 5,36  | 2,45        | 0,68        | 273 | 69         | 30         | 44          |
| Priemer variantov <sup>2</sup>    |              |      |      |      |      |      |      |       |             |             |     | 68         | 28         | 42          |

<sup>1</sup>average, <sup>2</sup>average for variants

## Vysvetlivky k tab. I — Explanations to Tab. I

|         |                                                                                                    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PU      | — počet uzlov hlavnej stonky — number of nodes per main stem                                       |
| PKon    | — počet konárov 1. rádu — number of branches of the first order                                    |
| PKv     | — počet kvetov — number of flowers                                                                 |
| PStZ    | — počet strukov založených — number of set pods                                                    |
| PStD    | — počet strukov dozretých — number of mature pods                                                  |
| PSem    | — počet semien na rastline — number of seeds per plant                                             |
| HSem    | — hmotnosť semien na rastline (g) — seed-weight per plant (g)                                      |
| PSem/St | — počet semien na 1 struk — number of seeds per 1 pod                                              |
| HSem/St | — hmotnosť semien na 1 struk (g) — seed-weight per 1 pod (g)                                       |
| HTS     | — hmotnosť 1000 semien (g) — TKW — thousand-kernel weight                                          |
| StZ/Kv  | — podiel strukov založených z kvetov (‰) — proportion of pods out of set flowers (‰)               |
| StD/Kv  | — podiel strukov dozretých z kvetov (‰) — proportion of pods mature from flowers (‰)               |
| StD/StZ | — podiel strukov dozretých zo strukov založených (‰) — proportion of pods mature from set pods (‰) |

a dozretých strukov sme vypočítali percentuálne podiely založených strukov z rozkvitnutých kvetov, dozretých strukov z rozkvitnutých kvetov a dozretých strukov zo založených strukov. Z údajov o jednotlivých rastlinách sme vypočítali priemerné hodnoty sledovaných znakov pre každý variant.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky pozorovaní a výpočtov pre sledované znaky sú uvedené v tab. I.

Sledované odrody fazule sa výrazne líšili svojimi rastovými a morfológickými vlastnosťami. Prima bola vyššia, vzrastenejšia, mala dlhšiu hlavnú stonku (počet uzlov bol oproti odrode Gesta viac než dvojnásobný — 11,2 oproti 5,0). Tiež intenzívnejšie rozkonárovala — vytvorila 5,2 konára na jednu rastlinu, kým Gesta pri širších medziriadkoch len 4,2 konára, pri užších medziriadkoch 3,4 konára.

Prima sa prejavila väčšou tvorbou generatívnych orgánov — v priemere na jednu rastlinu rozkvitlo 46 kvetov, zatiaľ čo pri odrode Gesta len 28 kvetov v širších a 26 kvetov v užších medziriadkoch. Aj ďalšie hodnoty generatívnych orgánov (počet strukov založených a dozretých, počet a hmotnosť semien na rastline) sa pohybovali v podobných reláciách.

Rôzna organizácia porastu odrody Gesta sa na počtoch generatívnych orgánov výraznejšie neprejavila. Počet kvetov, založených aj dozretých strukov a počet semien v struku bol iba nepatrne vyšší pri širších medziriadkoch. Keďže však pri širších medziriadkoch bol čiastočne vyšší počet semien na rastline (23,6 oproti 19,0) a zároveň väčšia hmotnosť 1000 semien (323 g oproti 273 g), konečným dôsledkom bola výrazne vyššia hmotnosť semien v struku (0,90 g oproti 0,68 g) a hmotnosť semien na rastline (7,65 g oproti 5,36 g).

Redukcia generatívnych orgánov počas vývoja rastlín bola veľmi silná. Z celkového množstva rozkvitnutých kvetov dalo úrodu zrelých strukov v priemere všetkých sledovaných variantov v trojročnom období len 28 % (teda celková redukcia generatívnych orgánov od rozkvitnutia do zrelosti bola 72 %). V závislosti od odrody a organizácie porastu

bol podiel zachovaných strukov v priemere rokov 24 až 31 %, v jednotlivých rokoch podľa sledovaných variantov 20 až 38 %.

K podobným údajom sa dopracovali aj iní autori. Napr. Ančerbak [1968] uvádza zachovaný podiel strukov fazule 23 až 42 %. Pri sóji zistili Wiebold et al. [1981] celkovú redukciu 67 až 82 %, Mjakuško, Lunin [1976] 22,0 až 55,8 %, Janicka, Szyrmer [1987] 27 až 87 %.

Pri porovnaní sledovaných dvoch odrôd fazule sme zistili väčšiu redukciu pri odrode Prima, u ktorej dozrelo v priemere 24 % strukov (podľa rokov 20 až 26 %) z rozvinutých kvetov, kým pri odrode Gesta v zodpovedajúcich širších medziriadkoch dozrelo až 31 % strukov (podľa rokov 29 až 32 %).

Gubišová [1975] a Graman [1980] uvádzajú pre šošovicu a bôb silnejšiu redukciu generatívnych orgánov pri odrodách s väčším semenom. Naše výsledky pri fazuli boli opačné — odroda Gesta s väčšou HTS (323 g) mala menšiu redukciu než drobnejšia Prima (HTS 282 g).

Rozdielna organizácia porastu odrody Gesta sa na redukcii generatívnych orgánov neprejavila. V priemere sledovaného obdobia bola v podstate na rovnakej úrovni, hoci sú napr. pre sóju údaje o až dvojnásobnom zvýšení redukcie pri zvýšení hustoty porastu [Rieger, Jefimov, 1981].

Na celkovej redukcii generatívnych orgánov pri našich sledovaniach sa v menšej miere podieľal opad kvetov. Opad už založených strukov bol temer dvakrát väčší. Kým podiel kvetov, z ktorých sa založili struky, bol 52 až 84 % (v priemere 68 %), podiel založených strukov, ktoré vydržali až do zrelosti, bol len 28 až 50 % (v priemere 42 %).

V úplnej zhode s našimi výsledkami uvádza aj Ančerbak [1968] pri fazuli podiel dozretých strukov zo založených v rozsahu 26 až 56 %. Podobné údaje sú aj pre sóju [Marchezan, Costa, 1983], u ktorej sa z kvetov založilo 51 % strukov a z nich 33 % dozrelo.

Výsledky našej práce potvrdili skutočnosť, že aj pri fazuli podobne ako pri iných strukovinách je úrodotvorný potenciál realizovaný len v malej miere a počas vegetácie dochádza k redukcii až troch štvrtín založených generatívnych orgánov.

## Literatúra

- ANČERBAK, S. P.: Vlijanije temperatury i vlažnosti vozducha na cvetenije i plodoobrazovanie fazoli. In: Sbor. Tr. Aspir. molod. nauč. Sotrud. Leningrad, 1968, č. 9, s. 243-248.
- GRAMAN, J.: Výzkum produkčního potenciálu bobu obecného. [Habilitační práce.] České Budějovice, 1980.
- GUBIŠOVÁ, V.: Výskum genetických zdrojov šošovice. [Výskumná správa.] Piešťany, VÚRV 1975, 40 s.
- JANICKA, M. — SZYRMER, J.: Problematika kwitnienia i zawjazywania strakow u roślin soi. In: Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rosl., Radzikow, 1964, č. 164, s. 51-59.
- MARCHEZAN, E. — COSTA, J. A.: Producao e fixacao de flores e legumes em tres cultivars de soja. Pesq. agropec. bras., 18, 1983, č. 2, s. 129-136.
- MJAKUŠKO, J. P. — LUNIN, D.: Plodoobrazovanie soi na Kubani. Vest. sel.-choz. Nauki, 1976, č. 11, s. 68-70.
- RIEGER, A. N. — JEFIMOV, A. G.: Reakcija novogo sorta soi Rannaja 10 na izme-

nenije gustoty stojanija v poseve. In: Bjul. Vsesojuz. nauč.-issled. Inst. masl. Kuft. Krasnodar, 1, 1981, č. 76, s. 35-37.

WIEBOLD, W. J. — ASHLEY, D. A. — BOERMA, H. R.: Reproductive abscission levels and patterns for eleven determinated soybean cultivars. Agron. J., 73, 1981, č. 1, s. 43-46.

Došlo 11. 9. 1991

L. PASTUCHA (Research Institute of Plant Production, Piešťany):

**Formation and reduction of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield components.**

Rostl. Výr., 38, 1992 (2) : 151-155.

Biological yield potential of legumes is brought to the final yield only partly due to many internal (variety characteristics) and external (cultural conditions) factors.

In 1987 to 1989 the effect of two bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties and two stand arrangements was examined on the formation and reduction of the main yield-forming components.

The Prima variety was sown at 375 mm row distance and seeding rate of 0.5 million germinable seeds per 1 ha. The Gesta variety was sown either in the same way as Prima (wider row distances) or also at narrower row distances (250 mm) and increased seeding rate (0.7 mill.). On ten plants of each stand, the number of bloomy flowers and that of set pods was observed during vegetation. Following maturity the number of nodes, branches, pods, as well as seed number and weight was determined. We calculated the seed number and weight per pod and thousand-seed weight. From the data on the numbers of bloomy flowers, set and mature pods, we calculated percentage of set pods out of bloomy flowers, mature pods out of bloomy flowers and mature pods out of set pods.

The results of observations and calculations for the characters observed are given in Tab. I.

Prima grew higher with more vigorous growth, longer stem, greater number of nodes and branches than Gesta. Prima yielded also more generative organs (number of flowers, set as well as mature pods, seed number and weight per plant) than Gesta. In Gesta variety the number of flowers, set and mature pods and seed number per pod was only slightly greater than at wider row distances compared to narrower ones. Because of partly higher number of seeds per plant and at the same time, higher thousand-seed weight at wider row distances, seed weight per pod and that per plant markedly increased.

Out of the total number number of bloomy flowers, only 28 % yielded mature pods on the average of variants in the experimental years (i.e. the total reduction in the generative organs from flowering to maturity amounted to 72 %). Greater reduction occurred in the Prima variety in which 28 % pods ripened out of bloomy flowers while in Gesta 31 % pods ripened in corresponding wider row distances. Different stand arrangement of the Gesta variety had no unambiguous effect on the reduction in generative organs.

Blossom fall contributed to the total reduction of generative organs only to a smaller degree. The fall of the pods already set was almost twice higher. While the proportion of flowers of which the pods have been set, amounted to 68 % on the average, the proportion of set pods reached maturity only for 42 % on the average.

## **Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu**

### **ROSTLINNÁ VÝROBA**

Pro lepší zpřístupnění výsledků československého výzkumu zahraničí rozhodla redakční rada časopisu Rostlinná výroba od ročníku 37 (1991) uveřejňovat prioritní vědecké práce v anglickém jazyce. Práce musí být do redakce zaslána v angličtině (za jazykovou správnost odpovídá autor), bude obsahovat krátké anglické resumé a bude doplněna rozšířeným českým, resp. slovenským souhrnem.

Dále upozorňujeme autory i čtenáře, že příspěvky uveřejňované v češtině, resp. slovenštině budou obsahovat krátký český, resp. slovenský souhrn a rozšířený, podrobně zpracovaný anglický souhrn (s odkazy na tabulky a obrázky) v rozsahu ca dvou rukopisných stran, který si autoři dodají buď přímo v angličtině nebo v češtině, resp. slovenštině jako podklad pro anglický překlad. Zároveň budou uveřejňovány anglické ekvivalenty všech popisů tabulek a obrázků.

Redakční rada časopisu Rostlinná výroba otevírá možnost též zahraničním přispěvatelům publikovat v časopise Rostlinná výroba.

Doufáme, že se tato opatření setkají s příznivým ohlasem jak autorů, tak čtenářů našeho časopisu.

Redakce časopisu

# ROZDÍLY V ODRŮDOVÉ ODOLNOSTI HRACHU (*PISUM SATIVUM* L.) VŮČI KOŘENOVÝM CHOROBÁM A HNĚDÉ STRUPOVITOSTI

Michal Ondřej

Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk-  
Temenice

V inokulačních testech byla zjišťována úroveň odolnosti 46 odrůd a nšl. hrachu proti komplexu půdních patogenů (*Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Aphanomyces euteiches*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum*) a proti houbě *Mycosphaerella pinodes*. Největší odolnost proti komplexu kořenových chorob prokázaly selektované kmeny, genetické zdroje odolnosti i některé pelušky (De 2707, Garfield, Tyla, Arvika). K nejnáchylnějším patřily odrůdy Progreta, Legenda, Gratas a Mihan. Výnos odolných kmenů byl oproti kontrolní odrůdě Bohatýr v zamořené půdě vyšší o více než 150 %. V inokulačních testech s houbou *Mycosphaerella pinodes* byly zjištěny odrůdové rozdíly pouze v intenzitě přechodu patogena na sklizená semena. Nejnižší přechod byl zjištěn u odrůd Bohatýr, Dukát a Junák, nejvyšší přechod (nad 22 %) u odrůd Perf. Freezer, Regent, Golf, Sentinel, Belinda, Aster, Ruga a Maxi. U bezlistových forem hrachu (typu Solara) nebyla vyšší úroveň odolnosti zjištěna.

K ekonomicky nejzávažnějším patogenům hrachu patří vedle komplexu kořenových chorob s vysokým podílem půdních oomycetů (*Pythium*, *Aphanomyces*) i původce hnědé strupovitosti hrachu, houba *Mycosphaerella pinodes*. Předpokladem úspěšného rezistentního šlechtění hrachu je nalezení vhodných genetických zdrojů s vyšší úrovní odolnosti. Cílem práce bylo ve víceletých testech ověřit úroveň rezistence souboru 46 odrůd a nšl. hrachu jednak na komplex kořenových chorob a jednak na houbu *Mycosphaerella pinodes*.

## MATERIÁL A METODA

K hodnocení úrovně rezistence hrachu na komplex půdních patogenů a na houbu *Mycosphaerella pinodes* byl vybrán soubor 46 odrůd a nšl. hrachu z kolekce světového sortimentu, udržovaného ve VÚTPL Šumperk-Temenice (tab. I). Do souboru byly zařazeny kmeny odolné proti komplexu půdních patogenů (KM-01, KM-02, KM-03, De 2707) a genetický zdroj komplexní rezistence z USA, odrůda Garfield.

Vybrané odrůdy byly po dobu čtyř let (1985 až 1988) vysévány na pozemku, kde je hrách pěstován po sobě každoročně již od roku 1975 (provokační pole). Vysévá se na parcelky 2 m<sup>2</sup> řádkovým ručním výsevem, řádková vzdálenost je 20 cm (na řádek 20 semen) celkem ve čtyřech opakováních. Docílený průměrný výnos semen se hodnotí v g na jednu rostlinu.



I. Docílené výnosy semen testovaného souboru hrachu na provokačním poli v Šumperku v letech 1985 až 1988 — The seed yields obtained of the tested set of peas in the provocative field at Šumperk in the years 1985 to 1988

| Odrůda <sup>1</sup> | Výnos semen (g na 1 rostlinu) <sup>2</sup> |      |      |      |                               |   |
|---------------------|--------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------|---|
|                     | 1985                                       | 1986 | 1987 | 1988 | průměr <sup>3</sup> 1985—1988 |   |
| KM-02               | 5,3                                        | 4,7  | 4,6  | 4,1  | 4,6                           | A |
| De 2707             | 4,1                                        | 4,0  | 4,7  | 3,1  | 3,9                           | A |
| KM-01               | 4,2                                        | 4,5  | 3,5  | 3,6  | 3,9                           | A |
| KM-03               | 4,9                                        | 4,2  | 3,4  | 3,3  | 3,9                           | A |
| Tyla                | 4,0                                        | 3,5  | 2,9  | 2,5  | 3,2                           | B |
| Garfield            | 4,5                                        | 2,4  | 1,4  | 2,7  | 2,7                           | B |
| Arvika              | 3,1                                        | 2,6  | 2,7  | 2,0  | 2,6                           | B |
| Wt 11366            | 1,8                                        | 3,9  | 1,6  | 0,9  | 2,0                           | B |
| Niké                | 2,5                                        | 1,5  | 1,6  | 1,3  | 1,7                           | C |
| Solara              | 2,3                                        | 1,8  | 1,9  | 0,9  | 1,7                           | C |
| Amino (Fr.)         | 2,8                                        | 2,4  | 1,0  | 0,6  | 1,7                           | C |
| Bohatýr             | 3,2                                        | 0,6  | 1,4  | 1,5  | 1,6                           | C |
| Junák               | 2,1                                        | 1,9  | 2,1  | 0,6  | 1,6                           | C |
| Tolar               | 2,5                                        | 1,2  | 1,4  | 1,1  | 1,5                           | C |
| Huko                | 2,3                                        | 1,7  | 1,2  | 0,9  | 1,5                           | C |
| Belman              | 1,8                                        | 0,7  | 1,4  | 1,6  | 1,3                           | C |
| Verno               | 2,0                                        | 1,5  | 1,1  | 0,7  | 1,3                           | C |
| Tyrkys              | 2,6                                        | 0,7  | 0,7  | 1,0  | 1,2                           | C |
| Kočovská            | 2,0                                        | 1,2  | 0,5  | 1,0  | 1,1                           | C |
| Dukát               | 2,3                                        | 0,9  | 0,8  | 0,7  | 1,1                           | C |
| Perf. Freezer       | 1,8                                        | 1,2  | 0,9  | 0,6  | 1,1                           | C |
| Dik — Trom          | 1,8                                        | 1,0  | 0,9  | 0,7  | 1,1                           | C |
| IP 3                | 2,4                                        | 1,0  | 0,6  | 0,4  | 1,1                           | C |
| Stehgold            | 1,5                                        | 0,3  | 1,7  | 0,8  | 1,0                           | C |
| Miranda             | 2,1                                        | 0,3  | 1,4  | 0,5  | 1,0                           | C |
| Pontus              | 1,3                                        | 0,4  | 1,9  | 0,6  | 1,0                           | C |
| Maxi                | 1,7                                        | 0,3  | 1,0  | 0,8  | 0,9                           | C |
| Hamil               | 1,2                                        | 0,6  | 1,1  | 0,8  | 0,9                           | C |
| Smaragd             | 2,0                                        | 0,3  | 0,7  | 0,5  | 0,8                           | C |
| Opál                | 1,2                                        | 0,3  | 1,1  | 0,6  | 0,8                           | C |
| Consort             | 1,6                                        | 0,5  | 0,7  | 0,3  | 0,7                           | C |
| Aster               | 1,3                                        | 0,9  | 0,6  | 0,3  | 0,7                           | C |
| Regent              | 1,3                                        | 0,4  | 0,8  | 0,5  | 0,7                           | C |
| Lisette             | 1,0                                        | 0,2  | 1,2  | 0,6  | 0,7                           | C |
| Belinda             | 1,2                                        | 0,5  | 0,6  | 0,5  | 0,7                           | C |
| Conquest            | 1,2                                        | 0,3  | 0,7  | 0,5  | 0,6                           | C |

| Odrůda <sup>1</sup> | Výnos semen (g na 1 rostlinu) <sup>2</sup> |      |      |      |                               |   |
|---------------------|--------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------|---|
|                     | 1985                                       | 1986 | 1987 | 1988 | průměr <sup>3</sup> 1985–1988 |   |
| Sentinel            | 1,0                                        | 0,2  | 0,6  | 0,7  | 0,6                           | C |
| Cilla               | 1,3                                        | 0,2  | 0,4  | 0,6  | 0,6                           | C |
| Ruga                | 1,4                                        | 0,2  | 0,4  | 0,5  | 0,6                           | C |
| Sirius              | 1,0                                        | 0,5  | 0,7  | 0,3  | 0,6                           | C |
| Polaris             | 1,2                                        | 0,4  | 0,3  | 0,5  | 0,6                           | C |
| Golf                | 1,0                                        | 0,3  | 0,5  | 0,6  | 0,6                           | C |
| Mihan               | 1,1                                        | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,5                           | C |
| Gratas              | 0,9                                        | 0,5  | 0,3  | 0,6  | 0,5                           | C |
| Legenda             | 0,9                                        | 0,2  | 0,3  | 0,5  | 0,4                           | C |
| Progreta            | 0,8                                        | 0,1  | 0,1  | 0,3  | 0,3                           | D |

Hodnoty označené shodnými písmeny se statisticky významně neodlišují<sup>4</sup> ( $P = 0,01$ ).

<sup>1</sup>variety, <sup>2</sup>seed yield (g per 1 plant), <sup>3</sup>average, <sup>4</sup>values marked by identical letters are not statistically significantly different

II. Četnost výskytu patogenních hub na odumřelých kořenech hrachu ve fázi po odkvětu na provokačním poli v Šumperku v letech 1985 až 1988 — Frequency of occurrence of pathogenic fungi on withered roots of pea at the stage after defloration in the provocative field at Šumperk in the years 1985 to 1988

| Patogen <sup>1</sup>           | Četnost výskytu <sup>2</sup> (%) |      |      |      |                     |
|--------------------------------|----------------------------------|------|------|------|---------------------|
|                                | 1985                             | 1986 | 1987 | 1988 | průměr <sup>3</sup> |
| <i>Pythium ultimum</i>         | 30,6                             | 46,3 | 63,9 | 17,1 | 39,4                |
| <i>Rhizoctonia solani</i>      | 31,5                             | 21,0 | 33,1 | 43,2 | 32,2                |
| <i>Fusarium solani</i>         | 29,3                             | 17,4 | 8,6  | 30,5 | 21,4                |
| <i>Gliocladium roseum</i>      | 7,9                              | 23,6 | 6,3  | 41,2 | 19,7                |
| <i>Aphanomyces euteiches</i>   | 12,1                             | 17,1 | 37,5 | 5,3  | 18,0                |
| <i>Verticillium albo-atrum</i> | 5,2                              | 8,5  | 12,4 | 28,4 | 13,6                |
| <i>Fusarium oxysporum</i>      | 21,5                             | 6,2  | 3,0  | 13,4 | 11,0                |
| <i>Fusarium avenaceum</i>      | 2,7                              | 11,0 | 5,3  | 11,5 | 7,6                 |
| <i>Fusarium equiseti</i>       | 15,4                             | 4,0  | 2,4  | 6,7  | 7,1                 |
| <i>Phoma med. v. pinodes</i>   | 7,2                              | 18,7 | 1,8  | 0,8  | 7,1                 |
| <i>Thielaviopsis basicola</i>  | 2,1                              | 7,3  | 1,5  | 11,6 | 5,6                 |
| <i>Dendryphon nanum</i>        | 1,7                              | 4,6  | 1,0  | 8,3  | 3,9                 |

<sup>1</sup>pathogen, <sup>2</sup>frequency of occurrence, <sup>3</sup>average

III. Napadení sklizených semen hnědou strupovitostí [*Mycosphaerella pinodes* (Berk et Blox) Stone] v inokulačních testech 1985 až 1988 — Infestation of harvested seeds by leaf spot of peas [*Mycosphaerella pinodes* (Berk et Blox) Stone] in inoculation tests conducted over the years 1985 to 1988

| Odrůda <sup>1</sup> | Napadení sklizených semen <sup>2</sup> (%) |      |      |      |                               |   |
|---------------------|--------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------|---|
|                     | 1985                                       | 1986 | 1987 | 1988 | průměr <sup>3</sup> 1985—1988 |   |
| Bohatýr             | 3,2                                        | 3,7  | 5,1  | 4,5  | 4,1                           | A |
| Dukát               | 5,6                                        | 8,2  | 6,9  | 7,3  | 7,0                           | A |
| Junák               | 9,2                                        | 7,3  | 5,7  | 8,2  | 7,6                           | A |
| Tyrkys              | 8,7                                        | 7,4  | 6,7  | 9,5  | 8,0                           | A |
| Tolar               | 8,5                                        | 11,3 | 10,8 | 7,6  | 9,5                           | B |
| KM-01               | 7,6                                        | 11,5 | 9,4  | 10,1 | 9,6                           | B |
| KM-03               | 11,3                                       | 7,6  | 9,3  | 11,0 | 9,8                           | B |
| De 2707             | 6,7                                        | 13,5 | 11,1 | 9,9  | 10,3                          | B |
| KM-02               | 10,2                                       | 14,0 | 9,6  | 10,3 | 11,0                          | B |
| Wt 11366            | 11,5                                       | 12,0 | 13,6 | 11,7 | 12,2                          | B |
| IP 3                | 11,3                                       | 10,6 | 13,3 | 16,9 | 13,0                          | B |
| Garfield            | 14,4                                       | 17,0 | 15,3 | 13,3 | 15,0                          | C |
| Cilla               | 10,9                                       | 16,5 | 12,6 | 20,5 | 15,1                          | C |
| Smaragd             | 14,9                                       | 19,0 | 12,7 | 15,3 | 15,4                          | C |
| Belman              | 12,5                                       | 15,6 | 14,5 | 19,3 | 15,4                          | C |
| Opál                | 17,1                                       | 16,0 | 13,3 | 15,4 | 15,4                          | C |
| Polaris             | 16,1                                       | 17,4 | 15,5 | 13,0 | 15,5                          | C |
| Niké                | 18,4                                       | 15,0 | 13,6 | 16,5 | 15,8                          | C |
| Kočovská            | 13,2                                       | 16,1 | 15,6 | 18,5 | 15,8                          | C |
| Progreta            | 15,1                                       | 16,7 | 14,9 | 17,3 | 15,8                          | C |
| Tyla                | 17,1                                       | 12,4 | 16,3 | 18,5 | 16,0                          | C |
| Huko                | 11,6                                       | 18,3 | 14,2 | 20,0 | 16,0                          | C |
| Conquest            | 13,3                                       | 15,0 | 16,1 | 20,4 | 16,2                          | C |
| Consort             | 15,5                                       | 14,3 | 18,7 | 20,0 | 17,1                          | C |
| Dik — Trom          | 20,3                                       | 15,6 | 17,8 | 15,2 | 17,2                          | C |
| Gratas              | 18,2                                       | 20,0 | 13,6 | 17,2 | 17,2                          | C |
| Verno               | 15,5                                       | 17,0 | 16,5 | 21,6 | 17,6                          | C |
| Lisette             | 13,1                                       | 17,6 | 20,4 | 21,5 | 18,1                          | C |
| Legenda             | 19,3                                       | 18,5 | 15,7 | 20,5 | 18,5                          | C |
| Solara              | 12,7                                       | 18,6 | 22,4 | 23,4 | 19,2                          | C |
| Mihan               | 17,3                                       | 14,6 | 20,6 | 24,9 | 19,3                          | C |
| Amino (Fr.)         | 19,6                                       | 20,0 | 16,8 | 22,3 | 19,6                          | C |
| Miranda             | 17,9                                       | 20,4 | 22,6 | 19,2 | 20,0                          | C |
| Sirius              | 18,6                                       | 25,0 | 21,1 | 17,7 | 20,6                          | C |
| Pontus              | 20,0                                       | 23,1 | 17,9 | 21,6 | 20,6                          | C |
| Arvika              | 16,4                                       | 21,3 | 27,4 | 19,0 | 21,0                          | C |

| Odrůda <sup>1</sup> | Napadení sklizených semen <sup>2</sup> (%) |      |      |      |                               |   |
|---------------------|--------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------|---|
|                     | 1985                                       | 1986 | 1987 | 1988 | průměr <sup>3</sup> 1985–1988 |   |
| Stehgold            | 19,0                                       | 18,3 | 23,4 | 25,2 | 21,4                          | C |
| Hamil               | 19,3                                       | 20,0 | 21,9 | 24,6 | 21,4                          | C |
| Perf. Freezer       | 25,2                                       | 18,7 | 20,0 | 27,8 | 22,9                          | D |
| Regent              | 18,4                                       | 21,3 | 23,0 | 30,3 | 23,2                          | D |
| Golf                | 19,6                                       | 27,3 | 21,8 | 24,7 | 23,3                          | D |
| Sentinel            | 23,4                                       | 25,6 | 19,3 | 29,0 | 24,3                          | D |
| Belinda             | 21,3                                       | 19,6 | 32,8 | 25,3 | 24,7                          | D |
| Aster               | 23,6                                       | 24,0 | 27,1 | 25,0 | 24,9                          | D |
| Ruga                | 24,6                                       | 25,0 | 23,6 | 27,1 | 25,0                          | D |
| Maxi                | 21,5                                       | 25,2 | 28,1 | 33,6 | 27,1                          | D |

Hodnoty označené shodnými písmeny se statisticky významně neodlišují<sup>4</sup> ( $P = 0,01$ ).

For 1, 3, 4 see Tab. II, <sup>2</sup>infestation of harvested seeds

Výskyt patogenních hub na odumírajících kořenech hrachu (tab. II) byl zjišťován jednak mikroskopickou prohlídkou a jednak izolacemi na živné agarové půdě. Každoročně bylo rozborováno 300 rostlin.

Inokulační testy houbou *Mycosphaerella pinodes* byly zabezpečovány u shodného souboru odrůd a nšl. (tab. III), vyšetřeno shodným způsobem na neinfekčním pozemku.

Inokulum bylo připraveno rozmixováním čistých sporulujících kultur houby *Mycosphaerella pinodes*, napěstovaných v Petriho miskách na hrachovém agaru. Rozmixovaná kaše z kultur houby ze 150 Petriho misek byla rozředěna vodou na objem 25 l. Inokulace rostlin byla v průběhu vegetace zabezpečována dvakrát ručním postřikovačem (ve fázi na počátku květu a ve fázi po odkvětu). Úroveň napadení testovaných odrůd a nšl. hrachu byla hodnocena po sklizni procentuálním výskytem napadených semen. Odpočty napadených semen proběhly vždy z celého množství sklizených semen, a to u každého opakování samostatně.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Získané výsledky umožnily vytypovat vhodné genetické zdroje s vyšší relativní odolností proti kořenovým chorobám a proti hnědé strupovitosti. Vysoká náchylnost některých odrůd určila nevhodnost jejich využívání pro účely rezistentního šlechtění. Z četnosti výskytu patogenů podílejících se na odumírání kořenů hrachu vyplynula nutnost zaměření rezistentního šlechtění na více patogenů současně, zvláště pak na komplex *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Aphanomyces*, *Fusarium* a na původce hnědé skvrnitosti — *Mycosphaerella pinodes*. Jednostranně zaměřené šlechtění jen na jednoho patogena se ukazuje jako nedostačné.

Spektrum výskytu patogenních hub na provokačním poli v letech 1985 až 1988 odpovídá údajům uváděným v zahraniční literatuře. Za pokles výnosového potenciálu hrachu je zodpovědný komplex patogenních hub *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Aphanomyces*, *Fusarium* (Roberts, 1973; Burke, Kraft, 1974; Temp, Hagedorn, 1976; Kotova, 1979, 1984; Cvetkova et al., 1983; Pfender, Hagedorn, 1983; Hagedorn, 1984; Ondřej, 1988). Za zhoršenou kvalitu sklizených semen je zodpovědný zpravidla původce hnědé strupovitosti hrachu, houba *Mycosphaerella pinodes* (Hagedorn, 1984; Ondřej, 1988).

Někteří zahraniční autoři doporučují zaměřit šlechtění hrachu na rezistenci proti celému komplexu kořenových chorob a varují před jednostranně zaměřenou šlechtitelskou prací (Shehata et al., 1982, 1983). Šlechtění hrachu na vysokou odolnost proti celému komplexu nespecifických půdních patogenů je velmi obtížné a komplikované. Genetické zdroje vysoké rezistence nejsou známy. K dispozici je zatím jen omezené množství zdrojů s relativně vyšší úrovní odolnosti, které jsou v silném infekčním prostředí schopné zabezpečit odolnost na úrovni zhruba 40 až 50 % (např. odrůda Garfield z USA). Největší komplikace nastávají při využití uvedených zdrojů ve šlechtění, kde se po křížení tato vlastnost u potomstva projevuje jen výjimečně. Získaná relativní odolnost je zpravidla nestabilní a vykazuje kolísání v jednotlivých ročnících (Shehata et al., 1982). Mnohem jednodušší je šlechtění na rezistenci proti specifickým půdním patogenům, jako jsou např. *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* a *Fusarium solani* f. sp. *pisi*. Genetických zdrojů rezistence hrachu proti fusariózám je známa celá řada (Tomaszewski, Furgel, 1975), vyznačují se však na druhé straně zvýšenou citlivostí na jiné patogeny.

Na provokačním poli v Šumperku-Temenici bylo od roku 1975 otestováno značné množství odrůd a nšl. Poprvé byla zjištěna existence vyšší relativní odolnosti komplexního charakteru roku 1978 u linie De 2707, předané ze ŠS Dětenice ing. J. Šafránkem (původ Surprise 60 X X Inter). Tato linie byla šlechtitelsky využita k získání nových odolných kmenů. Selekcí z rozsáhlého hybridního materiálu byly na provokačním poli získány v letech 1981 až 1983 tři kmeny KM-01, KM-02, KM-03 se srovnatelnou úrovní odolnosti jako u linie De 2707. Získané kmeny překonaly v odolnosti americký zdroj komplexní rezistence (odrůdu Garfield), rozšířily výběr vhodných genetických zdrojů pro další postup rezistentního šlechtění hrachu proti kořenovým chorobám. Odolnost nových kmenů proti hnědé strupovitosti (*Mycosphaerella pinodes*) je uspokojivá, i když nedosahuje úrovně odrůdy Bohatýr. Vysoká odolnost odrůdy Bohatýr je zjišťována i v zahraničí (Nasir, Hoppe, 1988).

## Literatura

- BURKE, D. W. — KRAFT, J. M.: Responses of beans and peas to root rot pathogens accumulated during monoculture of each crop species. *Phytopathology*, 64, 1974, s. 546-549.  
CVETKOVÁ, N. A. — KOTOVA, V. C.: Korněvyje gnili gorocha i viki. *Zasč. Rast.*, 8, 1983, s. 50-51.

- HAGEDORN, D. J.: Compendium of pea diseases. Amer. Phytopath. Soc. St. Paul. Minn., 1984.
- KOTOVA, V. V.: Rasprostranění i osobnosti parazitizma *Aphanomyces euteiches*. Mikol. Fitopat., 13, 1979, s. 6.
- KOTOVA, V. V.: Vzáimotnošeníja vzbuditel'j korněvoj gnili gorocha — gribov: *Aphanomyces euteiches*, *Fusarium oxysporum* i *Fusarium solani*. In: Agrocenotičeskije aspekty zasčity rastěnij, Sbor. nauč. Tr. VIZR, Leningrad, 1984, s. 63-69.
- NASIR, M. — HOPPE, H. H.: Charakterisierung verschiedener Einsporlinien von *Mycosphaerella pinodes* on unterschiedlichen Genotypen von *Pisum sativum*. In: 46. Dtsch. Pfl.-Schutz-Tag. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. Berlin — Dahlem, 245, 1988, s. 171.
- ONDŘEJ, M.: *Mycosphaerella pinodes*, *Phoma medicaginis* var. *pinodella*. In: LEBEDA, A. (ed.): Metody testování rezistence zelenin vůči rostlinným patogenům, Olomouc, VSÚZ 1986, s. 229-235.
- ONDŘEJ, M.: Nové poznatky v ochraně hrachu proti komplexu půdních patogenů. Bull. Výzk. šlecht. Úst. zelin. Olomouc, 32, 1988, s. 99-107.
- PFENDER, W. F. — HAGEDORN, D. J.: Disease progress and yield loss in *Aphanomyces* root rot of peas. Phytopathology, 73, 1983, s. 1109-1113.
- ROBERTSON, G. I.: Pathogenicity of *Pythium* spp., to seeds and seedling roots. N.Z.J. Agric. Res., 16, 1973, s. 367-372.
- SHEHATA, M. A. — PFLEGER, F. L. — DAVIS, D. W.: Instability of resistance in *Pisum sativum* to stem-rot disease. Hort. Sci., 17, 1982, s. 33.
- SHEHATA, M. A. — PFLEGER, F. L. — DAVIS, D. W.: Response of susceptible and moderately resistant pea genotypes to interaction between *Rhizoctonia solani* and three other stem and root rot pathogens. Pl. Dis. St. Paul, Minn., 67, 1983, s. 1146-1148.
- TEMP, M. V. — HAGEDORN, D. J.: Influence of cropping practices on *Aphanomyces* root rot potential of Wisconsin pea fields. Phytopathology, 57, 1976, s. 667-670.
- TOMASCHEWSKI, Z. — FURGEL, K. L.: An investigation into the resistance of field peas in greenhouse laboratory and field conditions to *Ascochyta*, *Fusarium* and viruses. Biul. IHAR, 129, 1975, s. 53-58.

Došlo 11. 9. 1991

M. ONDŘEJ (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Temenice):

**Differences in varietal resistance of pea (*Pisum sativum* L.) to root diseases and leaf spot of peas.**

Rostl. Výr., 38, 1992 (2) : 157-164.

Inoculation test were conducted four years (1985 to 1988) to determine the degree of resistance of 46 varieties and new breeds of peas to the complex of soil pathogens and to the fungus *Mycosphaerella pinodes*. The resistance to the complex of root diseases was studied in micro-plot trials by sowing of the tested material in the provocative field with strongly infested soil (plot of area 2 m<sup>2</sup>, four replications). Inoculation tests infested with *Mycosphaerella pinodes* were treated with the spraying of conidial suspensions (plots of 2 m<sup>2</sup>, four replications, two inoculations in the growing season). In root diseases the highest share exhibited the fungi *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Aphanomyces euteiches*, *Verticillium albo-atrum* and *Fusarium oxysporum*. The range of pathogens changed in dependence on the year (Tab. I). The results obtained correspond to the data in foreign literature (Burke et al., 1974; Cvetkova et al., 1983; Kotova, 1979, 1984).

Health and the seed yield of the tested set of peas was markedly affected by the complex of root diseases. The highest resistance (Tab. II) to the complex of root diseases manifested the selected strains (KM-01, KM-02, KM-03), genetic sources of resistance (De 2707, Garfield) and some field peas (Tyla, Arvika). The most susceptible varieties were as follows: Progreta, Legenda, Gratas and Mihan. The seed yield of resistant strains was higher in infested soil by more than 150 % in comparison with the control variety Bohatýr. The comparison of the yields obtained with commercial peas varieties with the resistant strains indicates an existence of large reserves in the sphere of resistant breeding of peas to diseases. The



resistant strains were even better, as to the resistance is concerned, than the American gene resource of complex resistance, the variety Garfield, and reached the comparable level of resistance with the line De 2707.

In inoculation tests conducted with the fungus *Mycosphaerella pinodes* (Tab. III), varietal differences were succeeded to determine solely in an intensity of a pathogen transfer to the harvest seeds. No differences were found in intensity of leaf and pod infestations. The poorest transfer of pathogen on the harvested seeds (up to 8 %) was found in the varieties Bohatýr, Dukát and Junák. The highest transfer (above 22 %) was found in the varieties Perf. Freezer, Regent, Golf, Sentinel, Belinda, Aster, Ruga and Maxi. A higher degree of resistance was not confirmed in the leafless forms of peas (type Solara) (infestation of the harvested seeds for 19.2 %). The resistance of strains gained (KM—01, KM—02, KM—03) is satisfactory to the fungus *Mycosphaerella pinodes*, though not of such a degree as at variety Bohatýr. A high relative resistance of the variety Bohatýr is presented also from abroad (Nasir, Hoppe, 1988).

Pea breeding for high resistance to the entire complex of pathogens is very difficult and complicated. Gene resources of high resistance are not known. There is only limited number of resources available of relatively higher level of resistance, providing the resistance of 40 to 50 % in very strongly infective medium. The relative resistance obtained is usually non-stable and shows a fluctuation in particular years (Shehata et al., 1982).

# VZTAH ENZYMOVÉ REDUKCE ACETYLÉNU K DALŠÍM UKAZATELŮM FIXACE MOLEKULÁRNÍHO DUSÍKU U HRACHU (*PISUM SATIVUM* L.)

Stanislav Ficnar

*Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk-  
-Temenice*

V polním pokuse s pěti nšl. hrachu byly sledovány vztahy vzájemné závislosti mezi těmito ukazateli: počet, hmotnost a sušina hlízek, sušina nadzemní hmoty, celkový dusík, aktivita a specifická nitrogenázová aktivita, nodulační index a teoretický povrch hlízek. Průkazné závislosti se všemi ukazateli vykazala ve sledovaných souborech nitrogenázová aktivita a nodulační index. Oba ukazatelé byly sledovány ještě v pěti odběrech během vegetace, a to od fenofáze zelených poupat do zelené zralosti. Nodulační index vykazal průkazně závislosti ve čtyřech, nitrogenázová aktivita ve všech pěti termínech. Nitrogenázová aktivita průkazně korelovala se dvěma jednoduše stanovitelnými ukazateli — sušinou hlízek a teoretickým povrchem hlízek. V podmínkách pokusu by tedy bylo možné hodnotit fixaci  $N_2$  u hrachu těmito jednoduchými ukazateli.

Kritéria fixace dusíku lze podle jejich dostupnosti laboratorními přístroji rozdělit na snadno a obtížně stanovitelná. Relativně snadno lze např. stanovit počet hlízek, hmotnost, objem a sušinu hlízek a kořenů, sušinu nadzemní hmoty. Složitější laboratorní vybavení vyžaduje již stanovení dusíku v nadzemní hmotě a zejména pak stanovení nitrogenázové aktivity, popř. z ní odvozené vztahy, založené např. na měření aktivity redukce acetylenu nitrogenázovým enzymovým komplexem (Škrdl et al., 1976). Při řešení problematiky fixace  $N_2$  byly sledovány vzájemné závislosti jednotlivých kritérií např. u hrachu (Škrdl et al., 1976), u vojtěšky (Miller, Sirois, 1982), u podzemnice (Arrendell et al., 1985), u sóje (Herridge, Betts, 1988) a dalších leguminóz. Důležité je i rozšíření spektra jednotlivých kritérií. To vše by umožnilo posuzovat některé aspekty symbiotické fixace dusíku již na základě technicky relativně jednoduchých postupů. Práce je příspěvkem k řešení této problematiky u hrachu.

## MATERIÁL A METODA

Polní pokus s čs. nšl. hrachu HM 1743, HC 2181, LU 57, HS 27198 a 43205 byl realizován ve dvou variantách: bez inokulace, pouze s nativními rhizobiálními kmeny v půdě a s nativními kmeny při současné aplikaci rhizobiálního kmene D 560 (VÚRV Praha). V průběhu vegetace bylo u obou variant provedeno pět odběrů rostlin, a to 35, 42, 49, 56 a 63 dnů od vzejití. To přibližně odpovídalo fenofázi zelených poupat,

I. Korelační koeficienty a průkaznosti vztahů jednotlivých ukazatelů pro celý pokus ( $n = 50$ ) — Correlation coefficients and significances of the relationships of particular parameters for the whole experiment ( $n = 50$ )

|   | A       | B       | C       | D       | E       | F       | G       | H       | I     |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| A | × × ×   | +++     | +++     | +++     | +++     | +++     | +++     | +++     | +++   |
| B | 0,5675  | × × ×   | +++     |         |         | +++     |         | +++     | +++   |
| C | 0,6180  | 0,9833  | × × ×   |         |         | +++     |         | +++     | +++   |
| D | -0,5808 | -0,1496 | -0,2107 | × × ×   | +++     | +++     | +++     | +++     | +     |
| E | -0,5620 | -0,1299 | -0,1882 | 0,9825  | × × ×   | +++     | +++     | +++     |       |
| F | 0,5894  | 0,5726  | 0 6447  | -0,5828 | -0,5970 | × × ×   | +++     | +++     | +++   |
| G | 0,4444  | 0,0932  | 0,1726  | -0,6604 | -0,6859 | 0,8099  | × × ×   | +++     |       |
| H | -0,6988 | -0,6993 | -0,7426 | 0,6777  | 0,6677  | -0,7502 | -0,5357 | × × ×   | +++   |
| I | 0,7167  | 0,9742  | 0,9713  | -0,2861 | -0,2616 | 0,6329  | 0,2001  | -0,7648 | × × × |

Vysvětlivky — Explanations:

- A — počet hlízek — number of nodules
- B — hmotnost hlízek — weight of nodules
- C — sušina hlízek — dry matter of nodules
- D — sušina nadzemní hmoty — dry matter of above-ground mass
- E — dusík v nadzemní hmotě — nitrogen in above-ground mass
- F — nitrogenázová aktivita — nitrogenase activity
- G — specifická nitrogenázová aktivita — specific nitrogenase activity
- H — nodulační index — nodulation index
- I — teoretický povrch hlízek — theoretical surface of nodules

významné — significant +  $P \leq 0,05$ ; ++  $P \leq 0,01$ ; +++  $P \leq 0,001$

bílých pupat, plnému květu, objevení prvního lusků a zelené zralosti (Petr a kol., 1973). Jako kritéria k posouzení fixace  $N_2$  byly zvoleny tyto ukazatele:

- počet hlízek (A). — [ks na rostlinu];
- hmotnost hlízek (B) — [mg na rostlinu];
- sušina hlízek (C) — [mg na rostlinu];
- sušina nadzemní hmoty (D) — [g na rostlinu];
- dusík v sušině nadzemní hmoty (E) — [mg na rostlinu];
- celková nitrogenázová  $C_2H_2$ —redukční aktivita nodulovaných kořenů = nitrogenázová aktivita (F) — [nmol  $C_2H_4 \cdot h^{-1}$  na kořen];
- specifická nitrogenázová  $C_2H_2$ —redukční aktivita pletiva hlízek = specifická nitrogenázová aktivita (G) — [nmol  $C_2H_4 \cdot h^{-1} \cdot (mg \text{ sušiny})^{-1}$ ];
- nodulační index (H) —  $[-\log m_h / m_k]$ , kde  $m_h$  je hmotnost hlízek,  $m_k$  hmotnost kořene;
- teoretický povrch hlízek (I) — autorem zkoušený ukazatel představující součet teoretických povrchů  $n$  stejně velikých kulovitých hlízek majících celkový objem  $V$ ; teoretický povrch hlízek =  $k \cdot V^{2/3} \cdot n^{1/3}$ , kde konstanta  $k = (36\pi)^{1/3}$ ,  $V$  je objem hlízek a  $n$  jejich počet.

Vztahy vzájemné závislosti vyjádřené korelačními koeficienty mezi ukazateli fixace dusíku (A—I) byly sledovány u celého pokusu ( $n = 50$ ) a zvláště u neinokulované a inokulované varianty ( $n = 25$ ).

V jednotlivých odběrech během vegetace při  $n = 10$  byly zjišťovány vztahy závislosti nitrogenázové aktivity (F) a nodulačního indexu (H) s ostatními ukazateli.

## VÝSLEDKY

Vzájemné závislosti vyjádřené korelačními koeficienty všech sledovaných kritérií u celého pokusu jsou uvedeny v tab. I. Pro  $n = 50$  vykazují tři ukazatele — počet hlízek (A), nitrogenázová aktivita (F) a nodulační index (H) průkazný vztah ke všem ostatním sledovaným kritériím fixace  $N_2$ . Počet hlízek (A) je v pozitivní korelaci s hmotností (B) a sušinou hlízek (C), nitrogenázovou (F) a specifickou nitrogenázovou aktivitou (G) a s teoretickým povrchem hlízek (I). Stejně vztahy vykazuje také nitrogenázová aktivita (F). Naproti tomu nodulační index (H) je až na sušinu nadzemní hmoty (D) a celkový dusík v této sušině (E) v negativní korelaci s ostatními kritérii.

V tab. II jsou uvedeny nad uhlopříčkou AA-II korelační koeficienty s vyznačenými průkaznostmi pro inokulovanou variantu pokusu ( $n = 25$ ), pod uhlopříčkou pak pro variantu neinokulovanou. Se všemi kritérii fixace  $N_2$  vykazují průkazné korelační koeficienty nitrogenázová aktivita (F) a nodulační index (H).

Vztahy vzájemné závislosti těchto dvou kritérií s ostatními ukazateli však mají opačné polarity. Nodulační index (H) a nitrogenázová aktivita (F) vykazaly jak v souboru dat celého pokusu, tak v souborech neinokulované a inokulované varianty průkazné korelační vztahy se všemi ostatními parametry. Uvedená kritéria byla testována ještě jednotlivě ( $n = 10$ ) v pěti odběrech během vegetace (tab. III). Cílem bylo ozřejmit vliv ontogeneze hostitelské rostliny na vzájemné vztahy sledovaných parametrů.

## DISKUSE

Je patrné, že fenofáze má vliv na průkaznost korelačních vztahů. Se zrůstajícím počtem fenofází se snižuje počet kritérií, která si zachovávají **signifikantní vztahy**. Ve čtyřech fenofázích (od bílých poupat po zelenou zralost) průkazně korelují nodulační index (H) i nitrogenázová aktivita (F) s hmotností hlízek (B), sušinou hlízek (C), s teoretickým povrchem hlízek (I) a vzájemně mezi sebou. Průkazné vztahy mezi hmotností hlízek nebo jejich sušinou a nitrogenázovou aktivitou zjistili u vikví Miller et al. (1986) a Somasegaran et al. (1990). S fenofází zelených poupat však již nodulační index (H) nevykazuje průkazné vztahy k ostatním kritériím. Nitrogenázová aktivita (F), která patrně nejlépe odráží potenciální fixaci dusíku, vykazuje i v této fenofázi průkazné korelační vztahy k sušině hlízek (C) a k teoretickému povrchu hlízek (I). Vztah mezi sušinou hlízek a nitrogenázovou aktivitou hrachu z jednorázového odběru, který zjistili Škrdleta et al. (1976), je v relaci a s těmito poznatky. Od fenofáze zelených poupat do zelené zralosti by v podmínkách pokusu bylo možno hodnotit nitrogenázovou aktivitu podle hmotnosti sušiny hlízek nebo podle teoretického povrchu hlízek.

II. Korelační koeficienty a průkaznosti vztahů ukazatelů pro inokulovanou a neinokulovanou the inoculated and uninoculated variant ( $n = 25$ )

|   | A          | B          | C          | D          | E          |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| A | × × ×      | 0,7231+++  | 0,7446+++  | -0,5460++  | -0,5435++  |
| B | 0,3703     | × × ×      | 0,9884+++  | -0,0283+   | -0,0193    |
| C | 0,4790+    | 0,9756+++  | × × ×      | -0,1021    | -0,1001    |
| D | -0,6449+++ | -0,3210    | -0,3595    | × × ×      | 0,9871+++  |
| E | -0,6062+++ | -0,2755    | -0,2960    | 0,9766+++  | × × ×      |
| F | 0,6680+++  | 0,6632+++  | 0,7066+++  | -0,6738+++ | -0,6624+++ |
| G | 0,6308+++  | 0,2076     | 0,2640     | -0,7577+++ | -0,7686+++ |
| H | -0,6127+++ | -0,7356+++ | -0,7493+++ | 0,6890+++  | 0,6628+++  |
| I | 0,5843++   | 0,9600+++  | 0,9598+++  | -0,4782+   | -0,4298+   |

<sup>1</sup>uninoculated, <sup>2</sup>inoculated

III. Korelační koeficienty a průkaznosti vztahů nitrogenázové aktivity (F) a nodulačního indexu significances of relationships of nitrogenase activity (F) and nodulation index (H) with other

|                       | A         | B          | C          | D       |
|-----------------------|-----------|------------|------------|---------|
| 1. odběr <sup>1</sup> | 0,3196    | 0,5087     | 0,7808++   | 0,5194  |
| 2. odběr              | 0,2261    | 0,8783+++  | 0,8523+++  | 0,1340  |
| 3. odběr              | 0,1032    | 0,9213+++  | 0,9318+++  | -0,0934 |
| 4. odběr              | 0,7839++  | 0,9216+++  | 0,9229+++  | 0,0598  |
| 5. odběr              | 0,7537++  | 0,7475++   | 0,6296+    | 0,0345  |
| 1. odběr              | 0,5380    | -0,3509    | -0,0342    | 0,0683  |
| 2. odběr              | -0,1250   | -0,7245++  | -0,7189++  | 0,1075  |
| 3. odběr              | -0,5286   | -0,8430+++ | -0,8417+++ | 0,4102  |
| 4. odběr              | -0,7551++ | -0,8539+++ | -0,8715+++ | -0,0349 |
| 5. odběr              | -0,7275++ | -0,7017+   | -0,7144++  | 0,3668  |

<sup>1</sup>collection

## Literatura

- ARRENDELL, S. — WYNNE, J. C. — ELKAN, G. H. — ISLEIB, T. G.: Variation for nitrogen fixation among progenies of a Virginia X Spanish peanut cross. *Crop. Sci.*, 25, 1985, s. 865-869.
- HERRIDGE, D. F. — BETTS, J. H.: Field evaluation of soybean genotypes selected for enhanced capacity to nodulate and fix nitrogen in the presence of nitrate. *Pl. and Soil*, 110, 1988, s. 129-135.
- MILLER, R. W. — SIROIS, J. C.: Relative efficacy of different alfalfa cultivar — *Rhizobium meliloti* strain combinations for symbiotic nitrogen fixation. *Appl. Envir. Microbiol.*, 43, 1982, s. 764-768.

variantu ( $n = 25$ ) — Correlation coefficients and significances of relationships of parameters for

| F          | G          | H          | I          | inokulováno <sup>2</sup> |
|------------|------------|------------|------------|--------------------------|
| 0,6094+++  | 0,3008     | -0,8184+++ | 0,8179+++  |                          |
| 0,5130++   | -0,0339    | -0,6750+++ | 0,9842+++  |                          |
| 0,6130+++  | 0,0610     | -0,7290+++ | 0,9837+++  |                          |
| -0,5188++  | -0,5789++  | 0,6795+++  | -0,1650    |                          |
| -0,5506++  | -0,6109+++ | 0,6764+++  | -0,1508    |                          |
| × × ×      | 0,7633+++  | -0,7579+++ | 0,5822++   |                          |
| 0,8380+++  | × × ×      | -0,4692+   | 0,0575     |                          |
| -0,7850+++ | -0,6080+++ | × × ×      | -0,7528+++ |                          |
| 0,7610+++  | 0,3692     | -0,8106+++ | × × ×      |                          |

(H) s ostatními ukazateli v jednotlivých odběrech ( $n = 10$ ) — Correlation coefficients and parameters in particular collections ( $n = 10$ )

| E       | F          | G         | H          | I          |
|---------|------------|-----------|------------|------------|
| 0,5476  | × × ×      | 0,7937++  | 0,3711     | 0,6014+    |
| -0,1079 | × × ×      | 0,6893+   | -0,8964+++ | 0,8419+++  |
| -0,0721 | × × ×      | 0,6780+   | -0,7170++  | 0,8426+++  |
| 0,1703  | × × ×      | 0,4464    | -0,9116+++ | 0,9042+++  |
| 0,0532  | × × ×      | 0,3309    | -0,6379+   | 0,7942++   |
| -0,1190 | 0,3711     | 0,6461+   | × × ×      | -0,0812    |
| 0,3754  | -0,8964+++ | -0,7115++ | × × ×      | -0,6746+   |
| 0,3597  | -0,7170++  | -0,3072   | × × ×      | -0,8855+++ |
| -0,1241 | -0,9116+++ | -0,4447   | × × ×      | -0,8450+++ |
| 0,3894  | -0,6379+   | 0,1652    | × × ×      | -0,7278++  |

MILLER, J. C. jr. — ZARY, K. W. — FERNANDEZ, G. C. J.: Inheritance of N<sub>2</sub> fixation efficiency in cowpea. *Euphytica*, 35, 1986, s. 551-560.

PETR, J. a kol.: Hrách a bob. Praha, SZN 1973, s. 169.

SOMASEGARAN, P. — ABAIDOO, R. C. — KUMAGA, F.: Host — *Bradyrhizobium* relationships and nitrogen-fixation in the Bambarra groundnut [*Voandzeia subterranea* (L.) Thouars nom. cons.]. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 67, 1990, s. 137-142.

ŠKRDLETA, V. — NAŠINEC, V. — HAVLOVÁ, M.: Vztah mezi redukcí acetylenu a některými ukazateli symbiotické fixace dusíku u hrachu. *Rostl. Vyr.*, 22, 1976, č. 8, s. 881-888.

Došlo 11. 9. 1991



S. FICNAR (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Teme-  
nice):

**The relation of enzyme reduction of acetylene to further parameters of molecular  
nitrogen fixation in pea (*Pisum sativum* L.).**

Rostl. Vyr., 38, 1992 (2) : 165-170.

A field trial with pea of the Czechoslovak provenance HM 1743, HC 2181, LU 57, HS 27198 and 43205 was performed in two variants: without inoculation, with native strains in soil only and with native strains at simultaneous application of a rhizobial strain D 560 (collection of Research Institute of Crop Production, Praha). In both variants five samplings of plants were taken in the growing season, that is 35, 42, 49, 56 and 63 days after emergence. This closely corresponded to the phenological stage of green buds, white buds, full flower, onset of the first pod and full ripeness. To evaluate  $N_2$  fixation, the criteria as follows were used:

- number of nodules (A) — [pieces per plant];
- weight of nodules (B) — [mg per plant];
- nodule dry matter (C) — [mg per plant];
- above-ground mass dry matter (D) — [g per plant];
- nitrogen in above-ground mass dry matter (E) — [mg per plant];
- total nitrogenase  $C_2H_2$ -reduction activity of nodulated roots = nitrogenase activity (F) — [nmol  $C_2H_4$  per h and root];
- specific nitrogenase  $C_2H_2$ -reduction activity of tissue of nodules = specific nitrogenase activity (G) — [nmol  $C_2H_4$  per h (mg of dry matter) $^{-1}$ ];
- nodulation index (H) — [ $-\log m_h/m_k$ ], where  $m_h$  is a weight of nodules,  $m_k$  — weight of root;
- theoretical surface of nodules (I) — parameter tested by the author representing the sum of theoretical surfaces  $n$  of globular nodules of the same size of the total volume  $V$ . Theoretical nodule surface =  $k \cdot V^{2/3} \cdot n^{1/3}$ , where constant  $k = (36\pi)^{1/3}$ ,  $V$  is volume of nodules and  $n$  is their number.

The mutual dependences of all criteria under study (A—I), expressed by correlation coefficients, are given in Tab. I for the whole experiment ( $n = 50$ ). Tab. II gives the correlation coefficients above the diagonal AA — II where significances are recorded for the inoculated variant of a trial ( $n = 25$ ), below diagonal — there are significances for an uninoculated variant. Nitrogenase activity and nodulation index manifested significant dependences with all other criteria in the set of the whole trial and in both variants. These parameters were investigated in another five samplings in the growing season ( $n = 10$ ), as gives Tab. III. Nodulation index showed significant dependences in four dates, nitrogenase activity correlated significantly in all five dates. The nitrogenase activity correlated significantly with two parameters determinable in easy way — dry matter of nodules and theoretical surface of nodules. That is why,  $N_2$  fixation in peas could be evaluated by these two simple parameters in the conditions of the experiment.

# VLIV ORGANIZACE VÝSEVKŮ SÔJE [*GLYCINE MAX* (L.) MERR.] NA PROMĚNLIVOST KVANTITATIVNÍCH ZNAKŮ

Miroslav Kadlec, Jiří Létal

*Mendeleum, Ústav genetiky a šlechtění zahradnických plodin,  
691 44 Lednice na Moravě*

Jsou uvedeny výsledky tříletého polního blokového pokusu ověřujícího vliv výsevků sójových bobů na proměnlivost znaků výška rostliny a počet lusků na rostlině, resp. na 1 m<sup>2</sup> u odrůdy Sluna. Byly zvoleny dva meziřádkové spony (25 a 37,5 cm) s ručním výsevem podle latě v devíti různých (neekvidistantních) hustotách v řádcích. Bylo zjištěno, že výška rostliny kulminovala u obou sponů při hustotě 9,75, resp. 6,5 cm, tj. při počtu 41,05 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. U sponu 25 cm byly dosaženy hodnoty vyšší, ale s větším rozptylem než u sponu 37,5 cm. U znaku počet lusků na rostlinu byla tendence poklesu hodnot znaku v závislosti na hustotách u sponu 37,5 cm na vyšších úrovních znaku než u sponu 25 cm. V případě počtu lusků na 1 m<sup>2</sup> byl zjištěn nárůst hodnoty znaku výraznější na sponu 37,5 cm než na sponu 25 cm, přičemž maximální hodnoty byly zaznamenány na nejvyšších hustotách. Genetický potenciál pro tvorbu lusků u odrůdy Sluna je tolerantnější k zahuštění řádku než v meziřádku.

Výzkum optimálního uspořádání jedinců na ploše z hlediska maximální realizace biologického potenciálu dané odrůdy má značný význam pro praxi. Nezřídka však bývá tento aspekt přehlížen, nedoceněn, poznatky jedné odrůdy se někdy zobecňují i pro odrůdy jiné.

Organizace porostu vyplývá z meziřádkové vzdálenosti, vzdálenosti jedinců v řádku a z korekce ve vztahu ke klíčivosti semen. Za optimální uspořádání je považováno takové, které umožní maximální realizaci genetického potenciálu jedince populace při maximálním využití úživné plochy.

Sója patří k zemědělsky využívaným plodinám citlivým na změnu úživné plochy (Kadlec, Vašková, 1986). Obecně se má za prokázané, že zahušťování porostu vede u jedince k různě míře snižování projevu řady kvantitativních znaků: počtu větví, lusků, semen a výnosu semen apod. (Enken, 1952; Kolařík, Marek, 1981; Svoboda, Hruška, 1983). Opomeneme-li odrůdové zvláštnosti, potom názory na optimální organizaci porostu se různí, což lze pochopit především z pohledu různých agroekologických podmínek pokusů. Z literatury jsou známy výsledky doporučující rozteče řádků extrémně široké — kolem 1 m, ale také extrémně úzké — kolem 15 cm (Cooper, 1974; Ryder, Bauerlein, 1979; Nedeljko, 1982; Svoboda, Hruška, 1983; Sičkář, 1983; Kadlec, Vašková, 1986; Kadlec et al., 1990 aj.).

Naš příspěvek si klade za cíl přispět k uvedené problematice

výsledky výzkumu organizace porostu u odrůdy Sluna, která doznává širokého využívání v naší zemědělské výrobě.

## MATERIÁL A METODA

Do polního pokusu v letech 1988 až 1990 byly zařazeny tři u nás nejrozšířenější odrůdy sóje — Sluna, Polanka a Maple Arrow. Polní pokus byl organizován v Mendeleu v klasickém náhodném uspořádání čtyř bloků jako neúplná série. Na každém pokusném členu bylo vždy ve třech řádcích přesně (podle latě) ručně vyseto 40 hnízd po dvou semenech. Rostliny byly po vzejití podle latě vyjednoceny, pro laboratorní rozборы byly z hlediska předpokládaných konkurenčních vztahů sousedních řádků a odrůd odebírány rostliny jen ze středního řádku z plného zápoje v počtu od 25 do 30 rostlin. Ze stejného důvodu nebyly v pokuse žádné manipulační chodníčky, celý pokus představoval souvislý porost. Toto opatření sice ztěžovalo vstup do porostu, ale mohlo přispět ke zvýšení objektivnosti měření.

V pokuse bylo použito dvou různých meziřádkových sponů (25 a 37,5 cm) a na každém z nich devět různých vzdáleností v řádku (hustot). Úživná plocha na jednu rostlinu na každé z obou úrovní meziřádkových sponů však byla shodná, u sponu 25 cm bližší čtverci než u sponu 37,5 cm. Bližší popis uvádí tab. I. V pokuse byla uplatněna obvyklá agrotechnika u sóje s hnojením (NPK) 25:50:40 kg č. ž. ha<sup>-1</sup>.

Vzhledem k celkové rozsáhlosti experimentů a nutnosti jejich podrobných analýz jsou pro názornost uvedeny ty, které se vztahují k rozšířené odrůdě Sluna a ke znakům výška rostliny a počet lusků na rostlině a na 1 m<sup>2</sup>, tzn. ke znakům, které lze považovat za reprezentativní ze skupiny znaků morfologických a znaků tvorby výnosu. (Kadlec et al., 1990).

Statistické zpracování bylo provedeno na PC XT/AT, v daném případě analýzy variance dvojného a čtverečného třídění pro různá  $n$  a konstrukce křivek — průběhů závislostí uvedených znaků na hustotách. Těsnost závislosti lineárního modelu na experimentálních hodnotách byla ověřována korelačním koeficientem. Statistická významnost byla testována na hladině  $\alpha = 0,01$ .

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Korelační koeficienty [tab. II až VII] v úvodu každé analýzy rozptylu identifikují těsnost závislosti experimentálních hodnot na lineárním modelu. Jejich hodnoty se pohybovaly v rozpětí od 0,45 do 0,9, tzn., že signalizují střední až vysokou těsnost.

Analýzy rozptylu čtverného třídění, tzn. pro R (roky), S (spony), B<sub>RXS</sub> (bloky v rocích a sponech) a H (hustoty), ve všech případech prokázaly vysokou statistickou průkaznost ( $P \leq 0,01$ ) uvedených faktorů a jejich variancí na fenotypové proměnlivosti sledovaných znaků, čili zjištěná průkaznost nepochybně naznačuje i úroveň citlivosti odrůdy Sluna k uvedeným faktorům. Na zjištěné celkové proměnlivosti se největším podílem zúčastnily roky, resp. hustoty.

| Faktory <sup>1</sup>                             | Úrovně faktorů <sup>6</sup> |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| R — roky <sup>2</sup>                            | 3 (1988 až 1990)            |
| S — spony (meziřádková rozteč v cm) <sup>3</sup> | 2 (25; 37,5)                |
| B — bloky <sup>4</sup>                           | 4                           |
| H — hustoty <sup>5</sup>                         | 9                           |

| Hustoty <sup>5</sup> | Vzdálenosti meziřádkového sponu <sup>7</sup> |      | Počet rostlin na 1 ha v ks <sup>8</sup> |
|----------------------|----------------------------------------------|------|-----------------------------------------|
|                      | 25                                           | 37,5 |                                         |
| h <sub>1</sub>       | 19,5                                         | 13   | 205 128                                 |
| h <sub>2</sub>       | 15                                           | 10   | 266 667                                 |
| h <sub>3</sub>       | 12                                           | 8    | 333 333                                 |
| h <sub>4</sub>       | 9,75                                         | 6,5  | 410 526                                 |
| h <sub>5</sub>       | 7,875                                        | 5,25 | 507 924                                 |
| h <sub>6</sub>       | 6                                            | 4    | 666 667                                 |
| h <sub>7</sub>       | 4,5                                          | 3    | 888 889                                 |
| h <sub>8</sub>       | 3,375                                        | 2,25 | 1 185 115                               |
| h <sub>9</sub>       | 2,625                                        | 1,75 | 1 523 693                               |

Počet rostlin na pokusném členu<sup>9</sup>: 25 — 30 ks

Celkový počet rostlin v pokusu<sup>10</sup>: 6 472 ks

Sledované znaky<sup>11</sup>:

VR — výška rostliny v cm<sup>12</sup>

PL — počet lusků na rostlině v ks (resp. na 1 m<sup>2</sup>)<sup>13</sup>

<sup>1</sup>factors, <sup>2</sup>years, <sup>3</sup>row spacings (row spacing in cm), <sup>4</sup>blocks, <sup>5</sup>densities, <sup>6</sup>levels of factors, <sup>7</sup>distances of row spacing, <sup>8</sup>number of plants per 1 ha in pieces, <sup>9</sup>number of plants in experimental plot, <sup>10</sup>total number of plants in the trial, <sup>11</sup>studied traits, <sup>12</sup>height of plant in cm, <sup>13</sup>number of pods per plant in pieces (or per 1 m<sup>2</sup>)

Analýzy rozptylu dvojnásobného třídění, vedené přes každý pokusný rok a spon samostatně, skýtají co do průkaznosti sledovaných faktorů analogickou situaci, tzn. že uvedené faktory H (hustoty), B (bloky) a interakce B × H se statisticky vysoce průkazně ( $P \leq 0,01$ ) podílely na fenotypové proměnlivosti jak výšky rostliny, tak i počtu lusků na rostlinu i na 1 m<sup>2</sup>. V případě výšky rostliny největší podíl rozptylu tvořily hustoty, resp. bloky a interakce B × H. V případě počtu lusků daleko největší podíl proměnlivosti tvořily hustoty. Lze tedy očekávat, že křivka popisující průběh závislosti znaků na hustotách bude protínat body extrémně nízké i extrémně vysoké, a to především u znaku počet lusků na rostlinu, resp. na 1 m<sup>2</sup>.

Z praktického hlediska zřejmě nejvýraznější výsledky přibližují obr. 1 a 2, kde v případě znaku výška rostliny (obr. 1) je patrná v průměru vyšší úroveň znaku u sponu 25 cm než u sponu 37,5 cm. Průběh hodnot znaku však na žádném ze sponů nemá jednoznačnou tendenci

II. Závislost znaku výška rostliny na lineárním modelu a analýza rozptylu přes ročníky (I) a podle height of plant on linear model and analysis of dispersion over the years (I) and according to the

| Zdroj <sup>1</sup>       | DF   |      | 1988 až 1990  |    |
|--------------------------|------|------|---------------|----|
|                          | I    | II   | MS            | P  |
| Model <sup>2</sup>       | 71   | 35   | 15 258,32     | ++ |
| Chyba <sup>3</sup>       | 6400 | 1042 | 37,80         | —  |
| Celkem <sup>4</sup>      | 6471 | 1077 | —             | —  |
| (r; x)                   |      |      | (0,90; 65,01) |    |
| (n)                      |      |      | (6472)        |    |
| R — roky <sup>5</sup>    | 2    | —    | 514 281,84    | ++ |
| S — spony <sup>6</sup>   | 1    | —    | 276,20        | ++ |
| B — bloky <sup>7</sup>   | 3    | 3    | —             |    |
| bloky (R × S)            | 18   | —    | 598,98        | ++ |
| H — hustoty <sup>8</sup> | —    | 8    | 1 746,95      | ++ |
| B × H                    | —    | 24   | —             |    |
| R × S                    | 2    | —    | 1 312,98      | ++ |
| R × H                    | 16   | —    | 948,63        | ++ |
| S × H                    | 8    | —    | 235,54        | ++ |
| R × S × H                | 16   | —    | 628,44        | ++ |

++  $P < 0,01$

<sup>1</sup>source, <sup>2</sup>model, <sup>3</sup>error, <sup>4</sup>total, <sup>5</sup>years, <sup>6</sup>row spacings, <sup>7</sup>blocks, <sup>8</sup>densities

III. Závislost znaku výška rostliny na lineárním modelu a analýza rozptylu přes ročníky (I) a podle height of plant on the linear model and analysis of dispersion over the years (I) and according to the

| Zdroj <sup>1</sup>       | DF   |      | 1988 až 1990  |    |
|--------------------------|------|------|---------------|----|
|                          | I    | II   | MS            | P  |
| Model <sup>2</sup>       | 71   | 35   | 15 258,32     | ++ |
| Chyba <sup>3</sup>       | 6400 | 1042 | 37,80         | —  |
| Celkem <sup>4</sup>      | 6471 | 1077 | —             | —  |
| (r; x)                   |      |      | (0,90; 65,01) |    |
| (n)                      |      |      | (6472)        |    |
| R — roky <sup>5</sup>    | 2    | —    | 514 281,84    | ++ |
| S — spony <sup>6</sup>   | 1    | —    | 276,20        | ++ |
| B — bloky <sup>7</sup>   | 3    | 3    | —             |    |
| bloky (R × S)            | 18   | —    | 598,98        | ++ |
| H — hustoty <sup>8</sup> | —    | 8    | 1 746,95      | ++ |
| B × H                    | —    | 24   | —             |    |
| R × S                    | 2    | —    | 1 312,98      | ++ |
| R × H                    | 16   | —    | 948,63        | ++ |
| S × H                    | 8    | —    | 235,54        | ++ |
| R × S × H                | 16   | —    | 628,44        | ++ |

++  $P < 0,01$

For 1—8 see Tab. II

ročníků (II) u odrůdy Sluna na meziřádkovém sponu (MS) 25 cm — Dependence of the trait year (II) in the Sluna cultivar in the row spacing (MS) of 25 cm

| 1988          |    | 1989          |    | 1990          |    |
|---------------|----|---------------|----|---------------|----|
| MS            | P  | MS            | P  | MS            | P  |
| 714,44        | ++ | 290,42        | ++ | 852,12        | ++ |
| 38,43         | —  | 23,53         | —  | 18,77         | —  |
| —             | —  | —             | —  | —             | —  |
| (0,62; 76,04) |    | (0,54; 72,63) |    | (0,78; 46,97) |    |
| (1078)        |    | (1080)        |    | (1079)        |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 364,71        | ++ | 445,64        | ++ | 914,80        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 847,59        | ++ | 416,87        | ++ | 2 068,90      | ++ |
| 713,77        | ++ | 228,86        | ++ | 438,68        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |

ročníků (II) u odrůdy Sluna na meziřádkovém sponu (MS) 37,5 cm — Dependence of the trait the years (II) in the Sluna cultivar in row spacing (MS) of 37.5 cm

| 1988          |    | 1989          |    | 1990          |    |
|---------------|----|---------------|----|---------------|----|
| MS            | P  | MS            | P  | MS            | P  |
| 546,19        | ++ | 210,04        | ++ | 576,57        | ++ |
| 49,60         | —  | 28,10         | —  | 16,22         | —  |
| —             | —  | —             | —  | —             | —  |
| (0,52; 73,82) |    | (0,45; 73,09) |    | (0,74; 47,43) |    |
| (1080)        |    | (1079)        |    | (1076)        |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 1 051,97      | ++ | 104,38        | ++ | 712,35        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 679,76        | ++ | 220,80        | ++ | 902,71        | ++ |
| 438,44        | ++ | 219,66        | ++ | 450,88        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |



IV. Závislost znaku počet lusků na rostlinu v ks na lineárním modelu a analýza rozptylu přes  
ence of the trait number of pods per plant in pieces on linear model and analysis of dispersion over

| Zdroj <sup>1</sup>       | DF   |      | 1988 až 1990  |    |
|--------------------------|------|------|---------------|----|
|                          | I    | II   | MS            | P  |
| Model <sup>2</sup>       | 71   | 35   | 14 762,19     | ++ |
| Chyba <sup>3</sup>       | 6400 | 1042 | 166,05        | —  |
| Celkem <sup>4</sup>      | 6471 | 1077 | —             | —  |
| (r; x)                   |      |      | (0,70; 30,53) |    |
| (n)                      |      |      | (6472)        |    |
| R — roky <sup>5</sup>    | 2    | —    | 162 208,24    | ++ |
| S — spony <sup>6</sup>   | 1    | —    | 27 814,81     | ++ |
| B — bloky <sup>7</sup>   | 3    | 3    | —             |    |
| bloky (R × S)            | 18   | —    | 945,29        | ++ |
| H — hustoty <sup>8</sup> | —    | 8    | 76 286,85     | ++ |
| B × H                    | —    | 24   | —             |    |
| R × S                    | 2    | —    | 7 282,96      | ++ |
| R × H                    | 16   | —    | 2 767,30      | ++ |
| S × H                    | 8    | —    | 567,48        | ++ |
| R × S × H                | 16   | —    | 324,47        | ++ |

++  $P < 0,01$

For 1—8 see Tab. II

V. Závislost znaku počet lusků na rostlinu v ks na lineárním modelu a analýza rozptylu přes roč-  
of the trait number of pods per plant in pieces on linear model and analysis of dispersion over

| Zdroj <sup>1</sup>       | DF   |      | 1988 až 1990  |    |
|--------------------------|------|------|---------------|----|
|                          | I    | II   | MS            | P  |
| Model <sup>2</sup>       | 71   | 35   | 14 762,19     | ++ |
| Chyba <sup>3</sup>       | 6400 | 1042 | 166,05        | —  |
| Celkem <sup>4</sup>      | 6471 | 1077 | —             |    |
| (r; x)                   |      |      | (0,70; 30,53) |    |
| (n)                      |      |      | (6472)        |    |
| R — roky <sup>5</sup>    | 2    | —    | 162 208,24    | ++ |
| S — spony <sup>6</sup>   | 1    | —    | 27 814,81     | ++ |
| B — bloky <sup>7</sup>   | 3    | 3    | —             |    |
| bloky (R × S)            | 18   | —    | 945,29        | ++ |
| H — hustoty <sup>8</sup> | —    | 8    | 76 286,85     | ++ |
| B × H                    | —    | 24   | —             |    |
| R × S                    | 2    | —    | 7 282,96      | ++ |
| R × H                    | 16   | —    | 2 767,30      | ++ |
| S × H                    | 8    | —    | 567,48        | ++ |
| R × S × H                | 16   | —    | 324,47        | ++ |

++  $P < 0,01$ ; ns  $P < 0,05$

For 1—8 see Tab. II

ročníky (I) a podle ročníků (II) u odrůdy Sluna na mezipřádkovém sponu (MS) 25 cm — Depend-  
the years (I) and according to the years (II) in the Sluna cultivar in row spacing (MS) of 25 cm

| 1988          |    | 1989          |    | 1990          |    |
|---------------|----|---------------|----|---------------|----|
| MS            | P  | MS            | P  | MS            | P  |
| 5 270,22      | ++ | 3 537,99      | ++ | 1 648,49      | ++ |
| 158,43        | —  | 150,62        | —  | 65,15         | —  |
| —             | —  | —             | —  | —             | —  |
| (0,70; 30,53) |    | (0,66; 34,38) |    | (0,68; 19,61) |    |
| (1078)        |    | (1080)        |    | (1079)        |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 1 514,09      | ++ | 881,48        | ++ | 315,67        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 17 694,49     | ++ | 13 184,50     | ++ | 6 694,70      | ++ |
| 1 598,32      | ++ | 654,54        | ++ | 133,03        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |

níky (I) a podle ročníků (II) u odrůdy Sluna na mezipřádkovém sponu (MS) 37,5 cm — Dependence  
the years (I) and according to the years (II) in the Sluna cultivar in row spacing (MS) of 37.5 cm

| 1988          |    | 1989          |    | 1990          |    |
|---------------|----|---------------|----|---------------|----|
| MS            | P  | MS            | P  | MS            | P  |
| 6 575,06      | ++ | 3 705,14      | ++ | 1 587,79      | ++ |
| 315,80        | —  | 162,53        | —  | 70,37         | —  |
| —             | —  | —             | —  | —             | —  |
| (0,64; 39,76) |    | (0,66; 36,60) |    | (0,66; 21,41) |    |
| (1080)        |    | (1079)        |    | (1076)        |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 476,41        | ++ | 2 394,18      | ++ | 89,89         | ns |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| 25 631,92     | ++ | 13 711,67     | ++ | 6 120,61      | ++ |
| 985,11        | ++ | 533,50        | ++ | 264,09        | ++ |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |
| —             |    | —             |    | —             |    |

VI. Závislost znaku počet lusků na 1 m<sup>2</sup> na lineárním modelu a analýza rozptylu přes ročníky (I)  
trait number of pods per 1 m<sup>2</sup> on linear model and analysis of dispersion over the years (I) and

| Zdroj <sup>1</sup>       | DF   |      | 1988 až 1990         |    |
|--------------------------|------|------|----------------------|----|
|                          | I    | II   | MS                   | P  |
| Model <sup>1</sup>       | 71   | 35   | 5,92.10 <sup>7</sup> | ++ |
| Chyba <sup>3</sup>       | 6400 | 1042 | 6,81.10 <sup>5</sup> | —  |
| Celkem <sup>4</sup>      | 6471 | 1077 | —                    | —  |
| (r; x)                   |      |      | (0,70; 1676,32)      |    |
| (n)                      |      |      | (6472)               |    |
| R — roky <sup>5</sup>    | 2    | —    | 5,27.10 <sup>8</sup> | ++ |
| S — spony <sup>6</sup>   | 1    | —    | 1,14.10 <sup>8</sup> | ++ |
| B — bloky <sup>7</sup>   | 3    | —    | —                    |    |
| bloky (R × S)            | 18   | —    | 6,96.10 <sup>6</sup> | ++ |
| H — hustoty <sup>8</sup> | —    | 8    | 3,06.10 <sup>8</sup> | ++ |
| B × H                    | —    | 24   | —                    |    |
| R × S                    | 2    | —    | 2,17.10 <sup>7</sup> | ++ |
| R × H                    | 16   | —    | 1,89.10 <sup>7</sup> | ++ |
| S × H                    | 8    | —    | 1,11.10 <sup>7</sup> | ++ |
| R × S × H                | 16   | —    | 1,66.10 <sup>6</sup> | ++ |

++  $P < 0,01$

For 1–8 see Tab. II

VII. Závislost znaku počet lusků na 1 m<sup>2</sup> na lineárním modelu a analýza rozptylu přes ročníky (I)  
trait number of pods per 1 m<sup>2</sup> on linear model and analysis of dispersion over the years (I) and

| Zdroj <sup>1</sup>       | DF   |      | 1988 až 1990         |    |
|--------------------------|------|------|----------------------|----|
|                          | I    | II   | MS                   | P  |
| Model <sup>2</sup>       | 71   | 35   | 5,92.10 <sup>7</sup> | ++ |
| Chyba <sup>3</sup>       | 6400 | 1044 | 6,81.10 <sup>5</sup> | —  |
| Celkem <sup>4</sup>      | 6471 | 1079 | —                    | —  |
| (r; x)                   |      |      | (0,70; 1676,31)      |    |
| (n)                      |      |      | (6472)               |    |
| R — roky <sup>5</sup>    | 2    | —    | 5,27.10 <sup>8</sup> | ++ |
| S — spony <sup>6</sup>   | 1    | —    | 1,14.10 <sup>8</sup> | ++ |
| B — bloky <sup>7</sup>   | 3    | —    | —                    |    |
| bloky (R × S)            | 18   | —    | 6,96.10 <sup>6</sup> | ++ |
| H — hustoty <sup>8</sup> | —    | 8    | 3,06.10 <sup>8</sup> | ++ |
| B × H                    | —    | 24   | —                    |    |
| R × S                    | 2    | —    | 2,17.10 <sup>7</sup> | ++ |
| R × H                    | 16   | —    | 1,89.10 <sup>7</sup> | ++ |
| S × H                    | 8    | —    | 1,11.10 <sup>7</sup> | ++ |
| R × S × H                | 16   | —    | 1,66.10 <sup>6</sup> | ++ |

++  $P < 0,01$

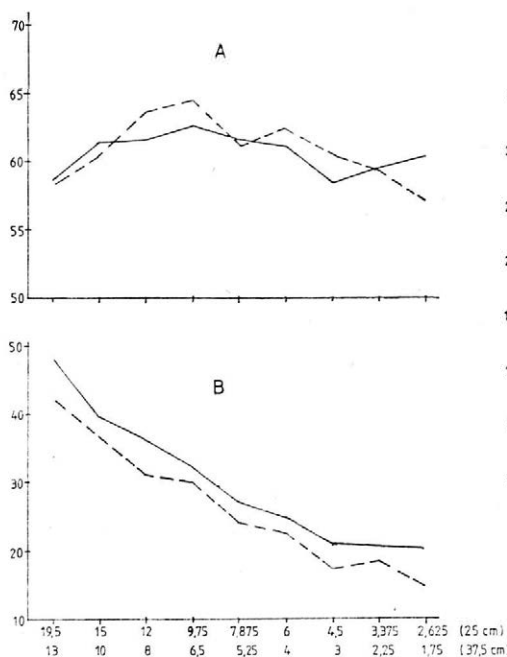
For 1–8 see Tab. II

a podle ročníků (II) u odrůdy Sluna na meziřádkovém sponu (MS) 25 cm — Dependence of the according to the years (II) in the Sluna cultivar in row spacing (MS) of 25 cm

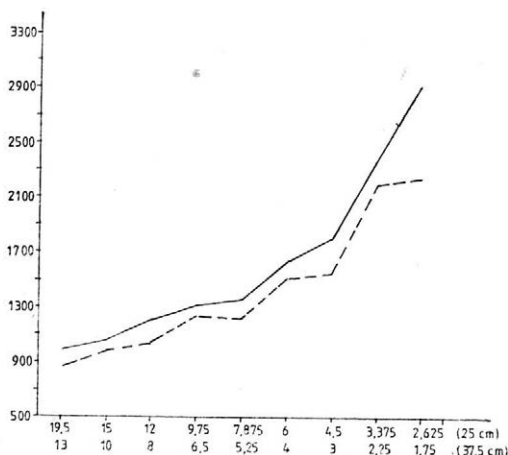
| 1988                 |    | 1989                 |    | 1990                 |    |
|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|----|
| MS                   | P  | MS                   | P  | MS                   | P  |
| 1,43.10 <sup>7</sup> | ++ | 2,11.10 <sup>7</sup> | ++ | 3,72.10 <sup>6</sup> | ++ |
| 5,33.10 <sup>5</sup> | ++ | 6,29.10 <sup>5</sup> | —  | 1,58.10 <sup>5</sup> | —  |
| —                    | —  | —                    | —  | —                    | —  |
| (0,68; 1658,24)      |    | (0,73; 1932,93)      |    | (0,66; 1038,75)      |    |
| (1078)               |    | (1080)               |    | (1079)               |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| 1,44.10 <sup>7</sup> | ++ | 3,31.10 <sup>6</sup> | ++ | 1,45.10 <sup>6</sup> | ++ |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| 3,40.10 <sup>7</sup> | ++ | 8,09.10 <sup>7</sup> | ++ | 1,39.10 <sup>7</sup> | ++ |
| 7,75.10 <sup>6</sup> | ++ | 3,37.10 <sup>6</sup> | ++ | 6,27.10 <sup>5</sup> | ++ |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |

a podle ročníků (II) u odrůdy Sluna na meziřádkovém sponu (MS) 37,5 cm — Dependence of the according to the years (II) in the Sluna cultivar in row spacing (MS) of 37.5 cm

| 1988                 |    | 1989                 |    | 1990                 |    |
|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|----|
| MS                   | P  | MS                   | P  | MS                   | P  |
| 2,32.10 <sup>7</sup> | ++ | 3,02.10 <sup>7</sup> | ++ | 6,49.10 <sup>6</sup> | ++ |
| 1,49.10 <sup>6</sup> | —  | 6,78.10 <sup>5</sup> | —  | 2,15.10 <sup>5</sup> | —  |
| —                    | —  | —                    | —  | —                    | —  |
| (0,59; 2156,05)      |    | (0,77; 2091,07)      |    | (0,71; 1178,16)      |    |
| (1080)               |    | (1079)               |    | (1076)               |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| 2,85.10 <sup>6</sup> | ++ | 1,94.10 <sup>7</sup> | ++ | 2,69.10 <sup>5</sup> | ++ |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| 9,06.10 <sup>7</sup> | ++ | 1,13.10 <sup>8</sup> | ++ | 2,60.10 <sup>7</sup> | ++ |
| 3,38.10 <sup>6</sup> | ++ | 3,99.10 <sup>6</sup> | ++ | 7,54.10 <sup>5</sup> | ++ |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |
| —                    |    | —                    |    | —                    |    |



1. Průběhy závislostí (osa  $y$ ) znaků výška rostliny v cm (A) a počet lusků v ks na 1 rostlinu (B) na hustotách (osa  $x$ ) přes roky (1988 až 1990) podle sponů (25 cm a 37,5 cm) u odrůdy Sluna — Patterns of dependences ( $y$  axis) of traits height of plant in cm (A) and number of pods in pieces per 1 plant (B) on densities ( $x$  axis) over the years (1988 to 1990) according to row spacing (25 cm and 37.5 cm) in the Sluna cultivar



2. Průběhy závislostí počtu lusků v ks na 1  $m^2$  (osa  $y$ ) na hustotách (osa  $x$ ) přes roky (1988 až 1990) podle sponů (25 až 37,5 cm) u odrůdy Sluna — Patterns of dependences of the pod number in pieces per 1  $m^2$  ( $y$  axis) on densities ( $x$  axis) over the years (1988 to 1990) according to the row spacings (25 and 37.5 cm) in the Sluna cultivar  
osa  $x$  — hustoty (vzdálenosti rostlin v řádku) na 25 cm (přerušovaná čára), resp. 37,5 cm (plná čára) meziřádkovém sponu  
 $x$  axis — densities (row spacings) in 25 cm (broken line), or 37.5 cm (full line) row spacing

stoupání či poklesu. Za pozoruhodné lze označit to, že maximální projev byl zaznamenán shodně u obou sponů na stejné úživné ploše, a to při hustotě 9,75, resp. 6,5 cm, čili při 41,05 rostlinách na 1  $m^2$ , a dále to, že v případě sponu 25 cm ve směru k extrémnímu zahušťování úroveň znaku klesá, zatímco na sponu 37,5 cm stoupá.

V případě znaku počet lusků na rostlinu (obr. 1) průběhy křivek sledují klesající tendenci, a to na obou sponech, přičemž křivka u sponu 37,5 cm je vždy výše než u sponu 25 cm. Nejnižší hodnoty dosáhla extrémní hustota u sponu 25 cm (tj. kolem 15 lusků na rostlinu), u sponu 37,5 cm u posledních tří hustot zůstávají hodnoty přibližně na stejné úrovni (tj. kolem 20 lusků na rostlinu).

Průběhy obou křivek z hlediska počtu lusků na 1  $m^2$  přibližuje obr. 2. Obě vycházejí z různých počátečních hodnot (u sponu 37,5 cm je výchozí bod o více než 100 lusků/ $m^2$  výše než u sponu 25 cm), mají v podstatě jednoznačnou stoupající tendenci k extrémním hustotám, u sponu 25 cm se tento trend postupně snižuje, ale maxima počtu lusků na plochu je dosaženo jednoznačně při nejvyšší hustotě (tj. více než 2200 lusků/ $m^2$  při hustotě zápoje v řádku 2,625). Na sponu 37,5 cm je

tendence růstu počtu lusků/m<sup>2</sup> analogická, ale má výraznější nástup vyššího počtu lusků směrem k extrémním hustotám, křivka dosahuje maxima v zápoji 1,75 cm a její závěrečný trend by mohl být chápán tak, že hodnoty znaku mohou ještě růst, ovšem tento závěr nelze výsledky experimentu doložit.

Porovnáme-li maximální hodnoty znaku na obou sponech, pak je zcela evidentní, že u sponu 37,5 cm bylo dosaženo výrazně vyššího počtu lusků/m<sup>2</sup> než u sponu 25 cm (asi o 700 lusků/m<sup>2</sup>).

Shrňme-li uvedené výsledky, je zřejmé, že zahušťování rostlin v řádku vedlo sice k poklesu individuální výkonnosti (tvorby lusků), ale zvyšující se počet rostlin (zahuštění) tuto ztrátu vyrovnal. Dále vedlo k výraznému zvýšení počtu lusků na ploše, resp. ke zvýšení výtěžnosti lusků ze srovnatelné plochy. Zvyšující se zahuštění tedy např. ve sponu 25 cm vedlo k poklesu v průměru ze 42 lusků asi na 15, tzn. že došlo ke snížení tvorby lusků o 64 %, zahuštění porostu však vedlo ke zvýšení celkové výtěžnosti lusků/m<sup>2</sup> asi z 900 na 2200, tzn. 2,44krát, čili o 144 %. V případě sponu 37,5 cm došlo vlivem zahuštění k poklesu individuální výkonnosti přibližně ze 48 na 20 lusků, tzn. jen o 41,67 %, ale výtěžnost lusků/m<sup>2</sup> se zvýšila z cca 1000 lusků na více než 3000 lusků, tzn. 3krát, čili o 200 %.

Uvedené závěry jsou v rozporu s častým tvrzením o příznivém vlivu sponů blízkých se čtverci a v tom smyslu nás překvapily, neboť jsme očekávali, že vývoj znaku počet lusků/m<sup>2</sup> bude příznivější na užším sponu než na sponu širším, kde je v řádku vyšší těsnost rostlin i při stejném úživném prostoru. Shrňme-li uvedené výsledky, lze konstatovat:

Potenciální schopnost tvorby lusků dané odrůdy je ovlivňována zahuštěním, vede k redukci lusků na jedincích, ale tato redukce není příliš silná v důsledku vysoké tolerance této odrůdy k zahuštění.

Výtěžnost lusků/m<sup>2</sup> byla u sponu 37,5 cm vyšší než u sponu 25 cm, což lze vysvětlit tím, že při tomto sponu klesala individuální schopnost rostlin vytvořit lusky pozvolněji než u sponu 25 cm, neboť rozdíly mezi extrémními hodnotami (1. a 9. hustotou) činí jen necelých 42 %.

Jedním z možných vysvětlení zvýšené tolerance rostlin k zahuštění jsou světelné poměry, tzn. že i větší těsnost rostlin v zástupu za sebou odrůda Sluna toleruje, může-li do meziřadí vstupovat sluneční svit.

V této souvislosti se nabízí např. otázka, jak by vypadala situace na širším meziřádkovém sponu, jestliže již při sponu 37,5 cm byla semena od sebe při extrémní hustotě 1,75 cm. V tomto případě se ukazuje určitá rezerva v dalším zahuštění porostu např. ve výsevu do trojúhelníku.

Námi uvedené závěry lze obtížně konfrontovat se závěry jiných autorů, protože se zde mohly projevit specifické zvláštnosti odrůdy Sluna. Konstatování, že řada autorů dospěla k opačným závěrům než my (Taylor, 1980; Herbert, Lichtfield, 1982; Nedeljkó, 1982 aj.), může být proto diskutabilní. Nicméně výsledky naznačují snadno dostupné rezervy zvyšování výtěžnosti finálního produktu poměrně jednoduchými agrotechnickými zásahy. Je ovšem třeba upozornit, že volba hustoty porostu (a v návaznosti normy výsevu) může mít i jinou optimální míru z hlediska ceny za osivo, velikosti semen (HTS), obsažnosti l. tek apod. (Kolařík, Marek, 1981).



V polním blokovém pokusu, organizovaném ve třech letech, na dvou meziřádkových sponech (25 a 37,5 cm) vždy v devíti hustotách (zápojích rostlin v řádku), byla shledána vysoká statistická významnost všech uvažovaných faktorů a jejich interakcí na fenotypovém projevu znaků výška rostliny a počet lusků na jednu rostlinu a na 1 m<sup>2</sup>. Mezi nejvýznamnější zdroje proměnlivosti patřily roky, hustoty, bloky v rocích a sponech a spony, z interakcí roky  $\times$  spony, resp. roky  $\times$  hustoty. U všech analýz byla koeficientem  $r$  shledána střední až vysoká těsnost mezi lineárním modelem a experimentálními hodnotami.

Grafický průběh závislosti sledovaných znaků identifikoval podstatně nižší závislost znaku výška rostliny na hustotách než znaku počet lusků na rostlinu, resp. na 1 m<sup>2</sup>. Maximální hodnota znaku výška rostliny byla zaznamenána shodně u obou sponů u 4. hustoty, tj. při 41,05 rostlinách na 1 m<sup>2</sup>. U znaku počet lusků na rostlinu byl zaznamenán u obou sponů v různých sponech výrazný pokles, ale tento pokles byl u sponu 37,5 cm na vyšších hladinách znaku než u sponu 25 cm. V případě znaku počet lusků na 1 m<sup>2</sup> byl zjištěn výrazný vzestup hodnot znaku a maximální hodnoty byly zaznamenány u obou sponů na největších hustotách. Průběh křivky popisující nárůst hodnot znaku byl u sponu 37,5 cm na vyšší hladině.

Z výsledků experimentu vyplynulo, že odrůda Sluna lépe realizuje svůj genetický potenciál pro tvorbu lusků na širším sponu s větší hustotou v řádku než na užším sponu s nižší hustotou v řádku.

## Literatura

- COOPER: Soybean Dib., 34, 1974, č. 7, s. 12-14.  
 ENKEN, V. B.: Soja, Moskva, 1952, s. 38-41.  
 HERBERT, S. — LICHTFIELD, G.: Crop Sci., 22, 1982, č. 6, s. 1074-1079.  
 KADLEC, M. — VAŠKOVÁ, S.: Vliv tvaru úživné plochy na projev metrických znaků sóje. Acta Univ. agric. (Brno), Řada A, 34, 1986, č. 3, s. 65-70.  
 KADLEC, M. et al.: Hodnocení korelační struktury kvantitativních znaků v potomstvech sóje faktorovou analýzou. Genet. a Šlecht., 26, 1990, č. 4, s. 279-288.  
 KOLAŘÍK, J. — MAREK, V.: Ke kvalitě semen sóje. Studium vlivu prvků agrotechniky na výnos a kvalitu semen. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 12, s. 1243-1253.  
 NEDELJKO, M.: Uticaj gustine useva i načina setva na prinos i kvalitet soje. Arh. poljopr. Nauke, 43, 1984, č. 150, s. 171-186.  
 RYDER, G. — BEURLEIN, J.: Crop Sci., 31, 1979, č. 6, s. 9-11.  
 SIČKÁŘ, V. I.: Uzkoradnyje posevy soji. Sel. Choz. za Rubež., 1983, č. 5, s. 12-18.  
 SVOBODA, J. — HRUŠKA, L.: Agrotechnická charakteristika některých odrůd sóje. Acta Univ. agric. (Brno), Řada A, 31, 1983, č. 1-2, s. 137-143.  
 TAYLOR, H.: Agron. J., 72, 1980, č. 3, s. 543-547.

Došlo 11. 9. 1991

M. KADLEC, J. LÉTAL (Mendeleum, Institute of Genetics and Breeding of Horticultural Plants, Lednice na Moravě):

**Evaluation of the effect of soybean plantings arrangements [*Glycine max.* (L.) Merr.] on variability of quantitative traits.**

Rostl. Vyr., 38, 1992 (2) : 171-184.

Soybean is one farm crop sensitive to the change of nourishment area (Kadlec, Vašková, 1986). Generally speaking, stand density leads in individual to the different degree of decrease in manifestation of numbers of quantitative traits: number of branches, pods, seeds and seed yields etc. (Enken, 1952; Kolařík, Marek, 1981; Svoboda, Hruška, 1983). Not to mention peculiarities of a cultivar, then the opinions on optimum arrangement of the stand are varying, as far as agroecological conditions of experiments are concerned. Literary data recommend the row spacings extremely wide — about 1 m or extremely narrow — about 15 cm (Cooper, 1974; Ryder, Beuerlein, 1979; Nedeljko, 1982; Svoboda, Hruška, 1983; Sičkář, 1983; Kadlec, Vašková, 1986; Kadlec et al., 1990 etc.). This contribution sets as a goal to do a bit for the problems of a stand arrangement in the Sluna cultivar.

A field trial was performed in traditional randomized arrangement of four blocks as incomplete set. Each experimental plot contained four rows exactly (according to panicle) hand-sown 40 nets of two seeds. The plants were after emergence united, for laboratory analyses the plants were sampled only from the central row from full involvement numbering 25 to 30 plants in view of expected competitive relationships of adjacent rows and cultivars. For the same reasons, no manipulation paths were made in the experiment, the whole experiment represented a compact stand. This made more difficult access to the stand though contributed to the increase in objective character of measurements. Two different row spacings were used of 25 and 37.5 cm and each of them consisted of nine different distances in a row densities. Nourishment area per one plant in each row spacing was identical, in a row spacing of 25 cm closer to the square than in the row spacing of 37.5 cm. The trial consisted of common agricultural practices of soybean cultivation.

The results of three-year trial are given within for the traits height of the plant and number of pods per plant or per 1 m<sup>2</sup>. Statistical processing was made through analysis of variance of double and tetrad grading of graphic scheme of patterns referred to dependences of the mentioned traits on densities. The closeness of dependence of linear model on experimental values was tested by correlation coefficient. Statistical significance was tested on the level  $\alpha = 0.01$ .

Analyses of dispersion for years, row spacings, blocks and densities in all cases manifested high statistical significance of the mentioned factors and their variance on phenotypical variability of the traits under study. This means that found significance with no doubts indicates also the level of sensitivity of the Sluna cultivar to the mentioned factors. To the total variability contributed the most the years or densities. Analysis of dispersion of double grading performed each year of experiments and row spacing separately provide an analogous situation, that is as densities, blocks and their interactions participated statistically significantly in phenotypic variability, so in height of plant, as in the number of pods per plant and per 1 m<sup>2</sup> as well. In the case of height of plant, densities participated the most in dispersion, or blocks and interactions, respectively. As to the number of pods, far highest share of variability was formed by densities. It may be expected that a curve describing a pattern of dependence of the trait on densities, will intersect extremely low and extremely high points, namely in the trait — number of pods per plant, or per 1 m<sup>2</sup> respectively.

From the practical viewpoint, evidently, the most illustrative results are reflected in graphic scheme of dependences of variability of studied traits on the plant density in a row spacing. It is apparent that increasing density in the row led, however, to the drop in individual performance (formation of pods), but increasing number of plants (higher density) equalized this loss and led to marked increase in the number of pods per area, or to increase in the pod yield from comparable area. Higher density, e.g. in the row spacing of 25 cm led to the decrease on an average from 42 pods to about 15, that is pod formation was reduced by 64 %, though higher density of the stand led to increase in the total pod yield per m<sup>2</sup> (from about 900 to 2200), that is 2.44 times higher or by 144 %. In the case of the row spacing of 37.5 cm due to higher density, individual performance was

reduced from 48 to 20 pods, that is by 41.67 %, though the yield of pods per m<sup>2</sup> rose from about 1000 pods to more than 3000 pods, that is 3 times or 200 %.

The above conclusions are inconsistent with frequent argument of good effect of row spacings near to squares and we were surprised in that sense as we expected that the development of the trait — number of pods per m<sup>2</sup> will be better in shorter row spacing than that wider, where is a higher tightness of plants even at the same nourishment area. Summing up the above results, it may be said:

- a potential ability of pods formation of the particular cultivar is influenced by higher density, thus leading to the reduction of pods on individuals, though this reduction is not too strong due to high tolerance of this cultivar to higher density,
- a yield of pods per m<sup>2</sup> in a row spacing of 37.5 cm was higher than in that of 25 cm, this may be explained by the fact that in this row spacing was reduced maximum ability of plants to form the pods slower than in 25 cm row spacing, as the difference between extreme values (density 1 and 9) is about 42 %,
- one of the possible explanations of increased tolerance of plants to higher density are light conditions, that is a higher density of plants in the spacing one after the other is tolerated by the Sluna cultivar, if a sunshine has an access to the alternate rows.

The Sluna cultivar accomplishes better its genetic potential for pod formation in the wider row spacing of higher density in the row than in the narrower row spacing with lower density in the row. The results indicate easily available reserves of increase in the yield of a final product by relatively simple agricultural practices. However, it is to be noted that a choice of stand density (and standards of sowing in this connection) may have also another optimum rate in view of the price of the seed, size of seeds (TKW), content of substances, etc. (Kolařík, Marek, 1981).

**Dobroslav Hájek, Martin Mrskoš, Erik Schwarzbach**

*Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 656 06 Brno*

Pro posouzení vlivu šlechtění na výnos hrachu a bobu byly použity výsledky státních odrůdových zkoušek ÚKZÚZ a ÚKSÚP v letech 1971 až 1990. Trend šlechtění hrachu je charakterizován přechodem od odrůd hrachu univerzálního typu vysokého vzrůstu přes hrách zrnového typu nízkého vzrůstu k moderním odrůdám intermediárního vzrůstu. Nejnovější odrůdy zrnového hrachu intermediárního vzrůstu přinášejí téměř o 30 % vyšší výnos než původní odrůdy vysokého vzrůstu. Výnos celého sortimentu povolených odrůd byl v roce 1990 o 12 % vyšší než v roce 1971. Naopak u bobu se šlechtěním nepodařilo v daném období podstatně zvýšit výkonnost.

Nejvýznamnější druhy luskovin v zemědělské praxi představují hrách a bob. Šlechtění obou těchto druhů má u nás dlouholetou tradici. U hrachu a bobu nebyl přínos šlechtění zatím zevrubně studován, zatímco u obilnin byl studován řadou autorů (např. Aufhammer, Fischbeck, 1964; Austin, 1978; Riggs et al., 1981; Rekunen, 1988). Dlouholetá výnosová data státních odrůdových pokusů představují reprezentativní soubor dat, vhodných pro takovou studii. Předmětem příspěvku je zhodnocení přínosu šlechtění ke zvýšení výnosnosti hrachu a bobu v ČSFR za posledních 20 let.

## **MATERIÁL A METODA**

Podkladem pro výpočty byly výsledky zkoušek výkonu hrachu a bobu ve státních odrůdových zkouškách (SOZ), prováděných Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem v Praze a v Bratislavě (ÚKZÚZ a ÚKSÚP) z let 1971 až 1990. Protože výchozí data jsou v důsledku stále obměny sortimentu neortogonální a kontrolní odrůdy nebyly ve všech letech u hrachu stejné, bylo použito pro hodnocení metody nejmenších čtverců za pomoci programu ANOFT pro osobní počítače (Schwarzbach, 1990). Pro odhady komponentů rozptylu a výpočet relativních výnosů sloužil rovněž uvedený program. Relativní hodnoty nebyly získány vztažením na kontrolní odrůdy, nýbrž po odečtení vlivu ročníků od výchozích dat vztažením na celkový průměr všech dat. Tento postup vylučuje přenášení chyb kontrol na ostatní odrůdy, vyžaduje však předchozí výpočet vlivu lokalit metodou nejmenších čtverců (Schwarzbach, 1990). Stejněho způsobu vyhodnocení použil též Rekunen (1988) při srovnávání výnosnosti ovesa za posledních 10 let ve Finsku. Jednoroční výsledky představují u hrachu souhrn výsledků

I. Zastoupení morfortypů hrachu v sortimentu povolených odrůd (%) — Representation of morpho-types among released pea varieties (%)

| Typ odrůd <sup>1</sup>               | Rok <sup>2</sup> |      |      |      |      |           |
|--------------------------------------|------------------|------|------|------|------|-----------|
|                                      | 1951             | 1961 | 1971 | 1976 | 1981 | 1986–1991 |
| Univerzální <sup>3</sup>             |                  |      |      |      |      |           |
| vysokého vzrůstu <sup>5</sup>        | 100              | 70   | 66   | 12   | 12   | 0         |
| Zrnové <sup>4</sup>                  |                  |      |      |      |      |           |
| nízkého vzrůstu <sup>6</sup>         | 0                | 15   | 17   | 50   | 25   | 0         |
| intermediárního vzrůstu <sup>7</sup> | 0                | 15   | 17   | 38   | 63   | 100       |

<sup>1</sup>variety type, <sup>2</sup>year, <sup>3</sup>universal, <sup>4</sup>grain, <sup>5</sup>high growth, <sup>6</sup>short growth, <sup>7</sup>medium growth

II. Výnos odrůd hrachu (t.ha<sup>-1</sup>) ve státních odrůdových zkouškách — Yield (t per ha) of re-

| Odrůda <sup>1</sup> | Původ <sup>2</sup> | Povo-<br>lení <sup>3</sup> | Typ <sup>4</sup> | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
|---------------------|--------------------|----------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Raman               | Čelechovice        | 1960                       | N                | 4,98 | 4,85 | 4,59 | 3,38 | 3,98 | 2,96 | 3,45 |      |
| Meteor              | Lužany             | 1967                       | N                | 5,09 | 4,96 | 4,72 | 3,54 | 4,05 | 3,06 | 3,60 | 4,55 |
| Orion               | Lužany             | 1971                       | V                | 3,49 | 3,66 | 3,77 | 2,95 | 3,37 | 2,98 | 2,78 | 4,26 |
| Jupiter             | Lužany             | 1972                       | I                | 4,50 | 4,53 | 4,40 | 3,58 | 3,88 | 3,30 | 3,74 | 4,01 |
| Proteus             | Lužany             | 1973                       | I                | 4,66 | 4,55 | 4,79 | 3,42 | 3,82 | 3,05 | 3,95 | 4,26 |
| Dalibor             | Čelechovice        | 1973                       | N                |      | 5,03 | 4,80 | 3,56 | 4,03 | 3,27 | 3,90 | 4,19 |
| Borek               | Lužany             | 1973                       | N                | 5,30 | 4,77 | 4,81 | 3,44 | 4,11 | 3,26 | 3,78 | 4,51 |
| Inter               | Dětenice           | 1975                       | I                |      | 4,55 | 4,39 | 3,40 | 3,71 | 3,07 | 3,87 |      |
| Juran               | H. Streda          | 1978                       | I                |      |      |      |      |      | 3,31 |      | 4,35 |
| Dukát               | Lužany             | 1978                       | I                |      |      |      |      | 4,07 | 3,39 | 4,02 | 4,48 |
| Smaragd             | Lužany             | 1978                       | I                |      |      |      |      |      | 3,37 | 3,99 | 4,77 |
| Bohatýr             | Lužany             | 1980                       | I                |      |      |      |      |      |      |      | 4,92 |
| Tolar               | Lužany             | 1983                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Tyrkys              | Lužany             | 1984                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Junák               | H. Streda          | 1984                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| LUSIB <sup>+</sup>  | Lužany             | 1989                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Romeo               | H. Moštěnice       | 1989                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Trim                | H. Chlebany        | 1990                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Olivín              | H. Streda          | 1990                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Janus               | H. Streda          | 1991                       | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |

<sup>+</sup>) odrůda povolená pouze pro export<sup>6</sup> N — nízká<sup>7</sup>, I — střední<sup>8</sup>, V — vysoká<sup>9</sup>

Roční průměry získány z 11 až 16 lokalit; celkové průměry adjustovány eliminací ročníkových vlivů metodou nejmenších čtverců<sup>10</sup>

<sup>1</sup>variety, <sup>2</sup>origin, <sup>3</sup>release, <sup>4</sup>morphotype, <sup>5</sup>means, <sup>6</sup>variety registered only for export, <sup>7</sup>short, <sup>8</sup>medium, <sup>9</sup>high, <sup>10</sup>years average obtained from 11 to 16 localities, <sup>11</sup>average variety adjusted for year effects by least squares

z 11 až 16, u bobu z 5 až 11 lokalit. Vyhodnoceno bylo všech 66 odrůd hrachu a 40 odrůd bobu zkoušených v uvedeném období v SOZ. Odrůdy, jež neuspěly ve zkouškách, nebyly povoleny a jsou pro zemědělskou praxi bezpředmětné. V předložené publikaci se proto omezujeme jen na povolené odrůdy.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Hrách

Sortiment povolených odrůd hrachu po druhé světové válce sestával pouze z odrůd univerzálního typu vysokého vzrůstu, jejichž typickými představiteli byly odrůdy Židlochovický Viktoria raný, Liblický

gistered pea varieties in official trials

| 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | Prů-<br>měr <sup>5</sup> |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,97                     |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4,11                     |
| 3,45 | 3,42 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,42                     |
| 3,25 | 3,75 | 3,68 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,88                     |
| 3,71 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4,00                     |
| 3,44 | 3,51 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4,06                     |
| 3,69 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4,16                     |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,89                     |
| 3,33 | 3,36 | 3,98 | 3,99 | 4,07 | 3,74 |      |      |      |      |      |      | 3,96                     |
| 3,60 | 3,93 | 4,19 | 4,05 | 4,34 | 4,27 | 4,66 | 4,18 | 3,86 |      |      |      | 4,21                     |
| 3,60 | 4,12 | 4,22 | 3,61 | 4,25 | 4,12 | 4,62 | 4,23 | 4,09 | 4,69 | 4,77 | 4,32 | 4,24                     |
| 3,90 | 4,48 | 4,34 | 3,99 | 4,44 | 4,48 | 5,19 | 4,52 | 4,37 | 4,89 | 4,77 | 4,57 | 4,50                     |
|      | 4,22 | 4,39 | 4,21 | 4,42 | 4,49 | 4,84 | 4,21 | 3,88 | 4,78 |      |      | 4,38                     |
|      |      | 4,37 | 3,97 | 4,37 | 4,11 | 4,91 | 4,28 | 4,07 | 4,82 | 4,72 | 4,36 | 4,32                     |
|      |      |      | 4,09 | 4,45 | 4,46 | 4,98 | 4,31 | 4,08 | 4,76 | 4,80 | 4,29 | 4,39                     |
|      |      |      |      |      |      | 4,93 | 4,18 | 3,95 |      |      |      | 4,28                     |
|      |      |      |      |      |      | 5,25 |      |      |      |      |      |                          |
|      |      |      |      |      |      |      |      | 4,23 | 4,87 | 4,99 | 4,48 | 4,55                     |
|      |      |      |      |      |      |      |      | 4,01 | 4,84 | 5,03 | 4,40 | 4,44                     |
|      |      |      |      |      |      |      |      | 4,18 | 4,71 | 4,91 | 4,59 | 4,46                     |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5,08 | 4,65 | 4,64                     |

bastard a odrůda Pyram (1965—1976), která byla v pozdějších letech použita pro křížení při tvorbě odrůd zrnového hrachu intermediárního vzrůstu (tab. I).



III. Relativní výnos odrůd hrachu (%) — Relative yields of registered pea varieties (%)

| Odrůda <sup>1</sup>                  | Původ <sup>2</sup> | Povoleno <sup>3</sup> | Typ <sup>4</sup> | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Raman                                | Čelechovice        | 1960                  | N                | 102  | 101  | 96   | 92   | 97   | 91   | 90   |      |
| Meteor                               | Lužany             | 1967                  | N                | 105  | 103  | 100  | 96   | 99   | 94   | 93   | 102  |
| Orion                                | Lužany             | 1971                  | V                | 66   | 72   | 77   | 82   | 82   | 92   | 74   | 95   |
| Jupiter                              | Lužany             | 1972                  | I                | 90   | 93   | 92   | 97   | 95   | 99   | 97   | 89   |
| Proteus                              | Lužany             | 1973                  | I                | 94   | 93   | 101  | 93   | 93   | 93   | 102  | 95   |
| Dalibor                              | Čelechovice        | 1973                  | N                |      | 105  | 102  | 97   | 98   | 99   | 100  | 93   |
| Borek                                | Lužany             | 1973                  | N                | 110  | 99   | 102  | 94   | 100  | 98   | 98   | 101  |
| Inter                                | Dětenice           | 1975                  | I                |      | 93   | 92   | 93   | 91   | 94   | 100  |      |
| Juran                                | H. Streda          | 1978                  | I                |      |      |      |      |      | 100  |      | 97   |
| Dukát                                | Lužany             | 1978                  | I                |      |      |      |      | 99   | 102  | 103  | 100  |
| Smaragd                              | Lužany             | 1978                  | I                |      |      |      |      |      | 101  | 103  | 107  |
| Bohatýr                              | Lužany             | 1980                  | I                |      |      |      |      |      |      |      | 110  |
| Tolar                                | Lužany             | 1983                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Tyrkys                               | Lužany             | 1984                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Junák                                | H. Streda          | 1984                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| LUSIB <sup>+</sup>                   | Lužany             | 1989                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Romeo                                | H. Moštěnice       | 1989                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Trim                                 | H. Chlebany        | 1990                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Olivín                               | H. Streda          | 1990                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Janus                                | H. Streda          | 1991                  | I                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Průměr <sup>5</sup> (%)              |                    |                       |                  | 95   | 95   | 95   | 93   | 95   | 97   | 96   | 99   |
| Směrodatná odchylka <sup>6</sup> (%) |                    |                       |                  | 14   | 10   | 8    | 5    | 5    | 4    | 8    | 6    |

Relativní hodnoty vypočtené po odečtení vlivu ročníků vztažením na celkový průměr všech let (včetně nepovolených šlechtění)<sup>7</sup>

For 1—5 see Tab. II, <sup>6</sup>variation coefficient, <sup>7</sup>relative yields obtained by adjustment of original data for year effects and relating them to the overall average (including unregistered new breeds), <sup>8</sup>weight

Poslední odrůdou univerzálního hrachu vysokého vzrůstu byla odrůda Orion (1971—1981), která jako jediná je uváděna v tab. II a III. Po této etapě se pozornost šlechtitelů zaměřila na vytvoření odrůd zcela nového typu, pro něž byl přijat název odrůdy zrnového typu. Tento typ byl zpočátku reprezentován dováženou zelenozrnnou holandskou odrůdou Rondo, později československými zelenozrnnými odrůdami Raman a Meteor a žlutozrnnou odrůdou Borek. Všechny byly nízkého vzrůstu (typ N), jak uvádějí tab. II a III. Raman a Borek převyšovaly ve výnosu Orion (100 %, typ V) o 16 a 22 %.

| 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | Prů-<br>měr <sup>5</sup>   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 95,7                       |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 98,9                       |
| 95   | 88   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 82,3                       |
| 91   | 96   | 89   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 93,4                       |
| 102  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 96,3                       |
| 95   | 91   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 97,7                       |
| 101  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 100,2                      |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 93,7                       |
| 92   | 87   | 96   | 102  | 97   | 92   |      |      |      |      |      |      | 95,3                       |
| 99   | 101  | 101  | 104  | 103  | 105  | 99   | 102  | 100  |      |      |      | 101,3                      |
| 99   | 105  | 102  | 93   | 101  | 101  | 98   | 103  | 105  | 104  | 105  | 103  | 102,0                      |
| 106  | 114  | 105  | 102  | 106  | 110  | 112  | 110  | 112  | 109  | 105  | 110  | 108,4                      |
|      | 108  | 106  | 107  | 105  | 110  | 103  | 102  | 100  | 106  |      |      | 105,3                      |
|      |      | 105  | 102  | 104  | 101  | 105  | 104  | 105  | 107  | 103  | 104  | 104,1                      |
|      |      |      | 105  | 106  | 109  | 107  | 105  | 105  | 105  | 105  | 103  | 105,6                      |
|      |      |      |      |      |      | 105  | 102  | 102  |      |      |      | 103,1                      |
|      |      |      |      |      |      | 113  |      | 109  | 108  | 110  | 107  | 109,5                      |
|      |      |      |      |      |      |      |      | 104  | 107  | 111  | 105  | 106,8                      |
|      |      |      |      |      |      |      |      | 108  | 104  | 108  | 110  | 107,4                      |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 112  | 111  | 111,7                      |
| 98   | 99   | 101  | 102  | 103  | 104  | 105  | 104  | 105  | 106  | 107  | 107  | 100,0                      |
| 5    | 9    | 6    | 4    | 3    | 6    | 5    | 3    | 4    | 2    | 3    | 3    | (váže-<br>ný) <sup>8</sup> |

Z uvedených hodnot (včetně neuvedených nepovolených odrůd) byly vypočteny odhady komponentů rozptylu:

| Variance           | $\delta^2$ | $\delta$ (t . ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|------------|----------------------------------|
| Celková            | 0,27       | 0,5                              |
| Genetická (odrůdy) | 0,05       | 0,2                              |
| Ročníky            | 0,17       | 0,4                              |
| Reziduální         | 0,03       | 0,2 (chyba + interakce)          |
| Heritabilita       | 0,18       |                                  |

Podobný poměr genetické a reziduální variance zjistil u hrachu Laidig (1988), jehož výsledky se však zakládají jen na tříletém srovnání.

V tab. III jsou pro lepší znázornění odrůdových rozdílů uvedeny relativní hodnoty odpovídající tab. II. Relativní hodnoty byly získány odečtením vlivu ročníků od výchozích dat a vztazením takto adjustovaných hodnot na celkový průměr.

Z ročních relativních průměrů vyplývá, že se průměrný výkon sortimentu povolených odrůd zvýšil za uvedené období o 12 % a že nejnovější povolené odrůdy převyšují poslední odrůdu vysokého vzrůstu Orion o 30 %. Nejnápadnější změnu představuje postupné snižování genetických rozdílů ve výkonnosti povolených odrůd, jak je zřejmé z relativní směrodatné odchylky (variačního koeficientu) odrůdových výnosů pokleslých z 14 % v roce 1971 na 3 % v roce 1990.

V období existence nízkých odrůd (do roku 1980) byly povoleny již první odrůdy zrnového hrachu intermediárního vzrůstu (typ I) jako např. odrůdy Jupiter, Proteus a Inter. Vůbec první československou odrůdou tohoto nadějnějšího typu byla odrůda Orlík, povolená roku 1960, ale škrtnutá z listiny povolených odrůd (LPO) roku 1968, neboť nedosahovala výnosů odrůd nízkého vzrůstu (Rondo, Raman, Meteor). Tehdy se plně nedocenila důležitá okolnost, že z hlediska velkovýrobní technologie jsou pro praxi výhodnější odrůdy středního vzrůstu, s nižšími sklizňovými ztrátami, než vykazovaly odrůdy nízkého vzrůstu, které zejména v suchých letech musely být v praxi sklizeny ručně, neboť přímá kombajnová sklizeň byla zpravidla spojena s vysokými ztrátami.

Prvními úspěšnějšími odrůdami intermediárního typu byly Jupiter a Proteus, i když v letech 1971—1979 nedosahovaly výnosu nízkých typů (srovnání odrůd Jupiter a Borek v tab. III). Vyšlechtěním žlutozrné odrůdy Dukát a zelenozrné odrůdy Smaragd (1978) se podařilo zřetelně překonat starší odrůdy nízkého vzrůstu (Raman a Meteor), jak uvádí tab. III.

Za špičkový úspěch československého šlechtění lze považovat žlutozrnou odrůdu Bohatýr (1980), která posunula výnosovou hranici zhruba o 6 až 7 % nad úroveň odrůd Dukát a Smaragd. Všechny tyto odrůdy pocházejí z křížení zelenozrné odrůdy Orlík intermediárního vzrůstu, žlutozrné odrůdy Pyram vysokého vzrůstu, na něž byla nakřížena holandská zelenozrná nízká odrůda Dik Trom. Odrůda Bohatýr proslavila dobré jméno československého šlechtění v zahraničí a je zapsána v listinách povolených odrůd v Německu, Velké Británii, Rakousku, Irsku, Maďarsku, Švédsku a Dánsku.

V následujících letech (1983—1989) byly vyšlechtěny a zavedeny do praxe další výkonné odrůdy intermediárního vzrůstu jako Tolar, Tyrkys, Junák a LUSIB (povolená jen pro export), které se výnosem blíží odrůdě Bohatýr.

Další etapa, naznačující možnosti překonání výnosové hranice dané odrůdou Bohatýr, se datuje od roku 1989, kdy byly povoleny odrůdy Romeo, Trim, Olivín a Janus s výkonností nejméně na úrovni odrůdy Bohatýr, příp. i vyšší (Janus o 3 %).

Shrme-li efektivnost šlechtění hrachu v Československu za posledních dvacet let, lze konstatovat, že se podařilo vytvořit odrůdy překonávající původní odrůdy vysokého vzrůstu o 36 % (srovnání s odrůdou Orion), odrůdy zrnového typu nízkého vzrůstu o 12 % (srovnání s odrůdou Raman) a nejstarší odrůdu zrnového hrachu intermediárního vzrůstu Jupiter o 20 %.

Okolnost, patrná na první pohled z tab. IV a V, že v současné době ještě existují odrůdy bobu povolené v letech 1928 a 1939, poukazuje na to, že šlechtění bobu v Československu v posledních desetiletích nebylo příliš úspěšné. Přestože se během uplynulých dvaceti let přezkoušela celá řada nových šlechtění (40), bylo z nich povoleno od roku 1970 do roku 1991 pouze pět.

Nejstaršími odrůdami v sortimentu povolených odrůd zůstaly Chlumecký a Přerovský; odrůda Povážský byla škrtnuta z LPO v roce 1975. Poněkud vyššího výnosu (o 2 % ve srovnání s odrůdou Chlumecký, resp. Přerovský) dosáhla velkosemenná odrůda Pluto (HTS 600 až 650 g). Odrůda Pluto se v praxi neosvědčila v důsledku technických problémů se setím příliš velkých zrn. Pravým opakem byl pokus o zavedení drobnosemenné odrůdy bobu, kterou v té době představovala odrůda Milion s HTS pod 400 g. Její povolení v roce 1970 bylo motivováno požadavky praxe v souvislosti s pěstováním bobu na sklizeň celých rostlin. Odrůda Milion se však nerozšířila neboť při pěstování na zrno úspora na osivu nevyvažovala úbytek na výnosech zrna — výnos 85,2 % [tab. V].

V letech 1972—1986 byly povoleny odrůdy Inovec, Uran a Omar, které pouze nepodstatně (o 1 až 2 %) překonávaly obě staré odrůdy Chlumecký a Přerovský. Ani u nejnověji povolené odrůdy Stabil, převyšující nejstarší odrůdy jen o 2 %, nejde o podstatné zvýšení výnosu.

Z uvedených hodnot (včetně neuvedených nepovolených odrůd) byly vypočteny odhady komponentů rozptylu:

| Variance           | $\delta^2$ | $\delta$ (t. ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|------------|---------------------------------|
| Celková            | 0,43       | 0,7                             |
| Genetická (odrůdy) | 0,03       | 0,2                             |
| Ročníky            | 0,36       | 0,6                             |
| Reziduální         | 0,02       | 0,1 (chyba + interakce)         |
| Heritabilita       | 0,07       |                                 |

Podobně jako u hrachu je varianta výnosu dána především vlivem ročníků a jen v menší míře odrůdami. Ve srovnání s hrachem je nejvýraznější nízká heritabilita ročních odrůdových průměrů (7 % oproti 18 % u hrachu), což je projevem nedostatečné genetické variability mezi československými odrůdami. Pro lepší názornost jsou v tab. V uvedeny relativní výnosy odrůd zbavené vlivu ročníků.

Shrneme-li tedy efektivnost šlechtění bobu v Československu, můžeme konstatovat, že se během uplynulých dvaceti let nepodařilo průkazně posunout hranici výnosů. Výnosy zrna zůstaly zhruba na stejné úrovni během celého dvacetiletého období. Nepodařilo se překonat uniformitu odrůd, pokud jde o habitus rostliny, a najít nové morfotypy, jako tomu bylo např. u hrachu. Signálem určitých změn jsou determinantní odrůdy (tzv. *ti*-formy), příp. přechodné formy semideterminantní a snad i odrůdy normálního typu, ale nižšího vzrůstu, odolné k lámání lodyh a antraknóze.

IV. Výnos odrůd bobu (t.ha<sup>-1</sup>) ve státních odrůdových zkouškách — Yield (t per ha) of registered

| Odrůda <sup>1</sup> | Původ <sup>2</sup> | Povo-<br>lení <sup>3</sup> | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
|---------------------|--------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Chlumecký           | Chlumeck n/C       | 1928                       | 3,63 | 4,03 | 4,45 | 4,84 | 4,93 | 2,12 | 4,51 | 4,55 |
| Přerovský           | ZÚZR Přerov        | 1939                       | 3,93 | 4,13 | 4,51 | 4,74 | 5,04 | 2,31 | 4,53 | 4,52 |
| Povážský            | Brunovce           | 1959                       | 3,65 | 3,91 | 4,42 | 4,80 |      |      |      |      |
| Pluto               | VÚRV Ruzyně        | 1967                       | 3,67 | 4,30 | 4,13 | 5,20 | 5,14 | 2,32 | 4,77 | 4,75 |
| Milion              | H. Moštěnice       | 1970                       | 3,10 | 3,49 | 3,49 | 3,94 | 4,49 | 1,88 | 4,09 |      |
| Inovec              | H. Streda          | 1972                       | 3,86 | 4,54 | 4,71 | 4,95 | 4,95 | 2,31 | 4,41 | 4,64 |
| Uran                | H. Moštěnice       | 1981                       |      |      |      |      |      |      |      | 4,71 |
| Omar                | H. Streda          | 1986                       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Stabil              | Chlumeck n/C       | 1991                       |      |      |      |      |      |      |      |      |

For 1—3, 5 see Tab. II

## V. Relativní výnos odrůd bobu (%) — Relative yields of registered faba bean varieties (%)

| Odrůda <sup>1</sup> | Původ <sup>2</sup> | Povo-<br>lení <sup>3</sup> | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
|---------------------|--------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Chlumecký           | Chlumeck n/C       | 1928                       | 97   | 97   | 102  | 100  | 98   | 96   | 100  | 99   |
| Přerovský           | ZÚZR Přerov        | 1939                       | 105  | 100  | 104  | 98   | 101  | 100  | 101  | 98   |
| Povážský            | Brunovce           | 1959                       | 98   | 94   | 101  | 99   |      |      |      |      |
| Pluto               | VÚRV Ruzyně        | 1967                       | 98   | 104  | 94   | 109  | 103  | 101  | 106  | 104  |
| Milion              | H. Moštěnice       | 1970                       | 87   | 84   | 79   | 79   | 88   | 90   | 90   |      |
| Inovec              | H. Streda          | 1972                       | 103  | 109  | 108  | 103  | 99   | 100  | 98   | 101  |
| Uran                | H. Moštěnice       | 1981                       |      |      |      |      |      |      |      | 103  |
| Omar                | H. Streda          | 1986                       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Stabil              | Chlumeck n/C       | 1991                       |      |      |      |      |      |      |      |      |

For 1—3, 5 see Tab. II

## Literatura

- AUFHAMMER, G. — FISCHBECK, G.: Ergebnisse von Gefäss- und Feldversuchen mit dem Nachbau keimfähiger Gersten- und Haferkörner aus dem Grundstein des 1832 errichteten Nürnberger Stadttheaters. Z. Pfl.-Zücht., 51, 1964, č. 4, s. 354-373.
- AUSTIN, R. B.: Actual and potential yields of wheat and barley in the United Kingdom. ADAS Quart. Rev., 29, 1978, s. 76-87.
- LAIDIG, G.: Genetische Variabilität und Umweltvariabilität des Ertrages bei Wertprüfungen. Ber. A. T. Gumpenstein, 1988, s. 127-138.
- REKUNEN, M.: Advances in the breeding of oats. Comparative trials with historical varieties in 1977—1987. J. Agric. Sci., 60, 1988, s. 307-321.
- RIGGS, T. J. — HANSON, P. R. — START, N. D.: Genetic improvements in yield of spring barley and associated changes in plant phenotype. In: Barley Genet. IV. Proc. 4th int. Barley Genet. Symp, Edinburgh, 1981, s. 97-103.
- SCHWARZBACH, E.: A new approach in the evaluation of field trials. In: Proc. Eucarpia Cereal Sec. Meet., Weihenstephan, Vortr. Pfl.-Zücht., 1984, č. 6, s. 249-259.
- SCHWARZBACH, E.: Relative yield and relative variation as measures of cultivar

| 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | Průměr <sup>5</sup> |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| 4,72 | 4,66 | 4,07 | 3,79 | 4,06 | 4,99 | 3,64 | 3,64 | 4,52 | 3,94 | 4,15 | 4,07 | 4,17                |
| 4,56 | 4,55 | 3,84 | 3,78 | 4,16 | 5,02 | 3,53 | 3,53 | 4,42 | 3,99 | 4,03 | 4,03 | 4,16                |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4,08                |
| 4,62 | 4,98 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4,26                |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,54                |
| 4,83 | 5,05 | 4,08 | 3,96 | 4,16 | 4,98 | 3,54 | 3,54 | 4,18 | 3,70 | 3,99 |      | 4,23                |
| 4,84 | 4,86 | 3,63 | 3,85 | 4,11 | 5,07 | 3,66 | 3,66 | 4,51 | 4,03 | 4,13 | 4,18 | 4,24                |
|      |      |      |      |      | 5,17 | 3,65 | 3,65 | 4,35 | 3,72 | 4,30 | 4,06 | 4,22                |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      | 3,93 | 4,21 | 4,13 | 4,26                |

| 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | Průměr <sup>5</sup> |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| 102  | 98   | 105  | 101  | 101  | 101  | 100  | 102  | 105  | 103  | 102  | 100  | 100,5               |
| 98   | 95   | 99   | 100  | 103  | 102  | 97   | 100  | 102  | 104  | 99   | 99   | 100,3               |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 98,3                |
| 100  | 105  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 102,5               |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 85,2                |
| 105  | 107  | 105  | 105  | 103  | 101  | 97   | 100  | 96   | 97   | 98   |      | 101,9               |
| 105  | 102  | 94   | 102  | 102  | 103  | 100  | 103  | 104  | 105  | 101  | 103  | 102,2               |
|      |      |      |      |      | 106  | 100  | 102  | 100  | 98   | 105  | 100  | 101,7               |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      | 103  | 103  | 102  | 102,6               |

performance and stability in nonorthogonal series of variety trials. In: Proc. Contr. Pap. XVth int. Biometric Conf., Budapest, 1990, s. 96.

ÚKZÚZ/ÚKSÚP: Státní odrůdové zkoušky. Luskoviny. ÚKZÚZ Praha, ÚKSÚP Bratislava, 1971—1990.

Došlo 11. 9. 1991

D. HÁJEK, M. MRSKOŠ, E. SCHWARZBACH (Central Control and Testing Institute for Agriculture, Division of Variety Testing, Brno):

The impact of breeding on the yield of peas (*Pisum sativum* L.) and faba beans (*Vicia faba* L.) in Czechoslovakia in the years 1971 to 1990.

Rostl. Výr., 38, 1992 (2) : 185-194.

The impact of breeding on the yield of peas and faba beans in Czechoslovakia is demonstrated by using the data from official trials performed in the years 1971 to 1990. Yearly averages of all varieties registered or tested for registration the given year were used as primary data for statistical evaluation. The variety yields were represented in each year by means of orthogonal series of trials in 11—16



locations for peas and from 5—11 locations for faba beans, respectively. As each year new varieties are included in the trials while others are dropped out, the data over years are non-orthogonal and a least square analysis of the data was necessary for statistical evaluation. The variety and the year effects were calculated and the variety means were adjusted to the year effects. Relative yields were calculated by subtracting the year effects from the primary data and by relating to the adjusted yearly data to the total mean over years and varieties. Estimates of variance components for varieties, years and residual effects were calculated as well. Total 66 pea and 40 faba bean varieties were evaluated. Global statistics is presented for all primary data, while individual variety data are given only for registered varieties.

The breeding of peas can be characterised by a change followed tall varieties to short ones and finally to medium-high varieties. The most recent varieties yielded nearly 30 % higher than the old tall varieties. The average performance of all actually registered varieties was in 1990 by 12 % higher than in 1971. The most prominent change over the years 1971 to 1990 was in a gradual decrease in the yield variability between the varieties official trials, as indicated by the variation coefficient of the variety yields of 14 % in 1971 and only 3 % in 1990. From the total variance of primary data of 0.27 (t per 1 ha)<sup>2</sup>, 0.17 was estimated as due to years, 0.05 to varieties and 0.03 to residual effects.

Breeding of faba beans was less successful. The oldest variety, Chlumecký (released in 1928) yielded, adjusted to year effects, on the average 4.17 t per 1 ha, while the most recent variety, released in 1990, yielded 4.26 t per 1 ha, i.e. more only for 2 %. The global statistics indicates a considerably higher variance of the year effects (0.35 vs 0.17) and considerably lower genetic variance (0.03 vs. 0.05) than in peas.

# TOPOFYZICKÁ PROMĚNLIVOST OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK V SEMENECH HRACHU (*PISUM SATIVUM* L.)

Lada Chalupová

*Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk -  
- Temenice*

Topofyzická proměnlivost obsahu N-látek u hrachu byla sledována ve VÚTPL Šumperk v letech 1985 až 1989 metodou polovin semen. Výchozím materiálem byly chemomutanty odrůd Bohatýr, Tolar a Aga v generaci M<sub>3</sub>. Proměnlivost obsahu N-látek v jednotlivých kmenech byla sledována z hlediska pořadí nodů, pořadí lusků a pořadí semen v lusu na jednotlivých rozborovaných rostlinách. Zatímco obsah N-látek u kontrolních rostlin v jednotlivých nodech měl klesající tendenci od spodních nodů k vrchním na rostlině a rozdíly mezi jednotlivými nody nebyly větší než 1,54 ‰, tak mutantní rostliny byly z hlediska obsahu N-látek v jednotlivých nodech velice nestejnorodé a také rozdíly mezi po sobě následujícími nody byly až 6 ‰. Rozdíly v obsahu N-látek z hlediska pořadí semen v lusu byly neprůkazné.

Šlechtění na vysoký obsah N-látek u hrachu se stalo v posledních letech prvořadým úkolem v důsledku snahy po maximálním zajištění bílkovin pro potravinářský a krmivářský průmysl.

V mnoha výzkumných pracích je doloženo, jak tento znak podléhá vlivu prostředí. U dialelního křížení bylo zjištěno, že interakce genotyp  $\times$  prostředí byla u obsahu bílkovin významná, zatímco u ostatních znaků nikoli. Záporný vztah mezi výnosem a obsahem bílkovin zjistili ve svých studiích Furedi (1970), Kurnik (1970) aj. Stanovení topofyzické proměnlivosti obsahu N-látek se sledováním potomstev bylo předmětem studia zejména v Polsku, kde byla propracována metoda polovin semen a byla kvalifikována jako použitelná ve šlechtitelském procesu. Ve spojení s metodou indukované mutagenese, kterou považovali někteří autoři (Maslova, Volodin, 1973; Gottschalk, 1975; Zlámal, 1980) za nejefektivnější způsob při tvorbě výchozího šlechtitelského materiálu, byla naznačena reálná cesta k získání genotypů s vysokým obsahem N-látek (Chalupová, 1989).

## MATERIÁL A METODA

V letech 1985 až 1989 byl ve VÚTPL v Šumperku - Temenici řešen výzkumný úkol zabývající se získáním genotypů hrachu se zvýšeným obsahem N-látek. K dosažení plánovaného cíle bylo využito chemicky ovlivněného materiálu v generaci M<sub>1</sub>, odrůd Bohatýr, Tolar a Aga, jako chemomutageny byly použity 0,6% NMU a 0,3% EMS. Metoda polovin semen umožnila získat přesné podklady pro stanovení obsahu N-látek v jednotlivých kontrolních a mutantních rostlinách pro stanovení topo-

I. Obsah N-látek (%) v semenech mutantních a kontrolních rostlin hrachu a základní statistické hodnoty (Šumperk, 1985) — N-substances content (%) in the seeds of mutant and control pea plants and basic statistical values (Šumperk, 1985)

| Po-<br>řadí <sup>1</sup> | Genotyp <sup>2</sup>  | Rozptyl<br>v obsahu<br>N-látek <sup>3</sup> | Rozdíl <sup>4</sup><br>(%) | Průměr<br>obsahu<br>N-látek <sup>5</sup> | s    | v     |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|------|-------|
| 1.                       | KO Bohatýr (23,30 %)  | 21,00–26,40                                 | 5,4                        | 23,42                                    | 1,19 | 5,08  |
| 2.                       | NMU Bohatýr (20,19 %) | 20,00–27,10                                 | 7,10                       | 23,92                                    | 1,85 | 7,73  |
| 3.                       |                       | 13,90–22,00                                 | 8,10                       | 20,55                                    | 2,04 | 8,93  |
| 4.                       |                       | 13,30–19,80                                 | 6,50                       | 17,84                                    | 1,37 | 7,68  |
| 5.                       |                       | 14,20–23,10                                 | 8,90                       | 19,26                                    | 1,88 | 9,76  |
| 6.                       |                       | 12,50–23,20                                 | 10,70                      | 19,97                                    | 2,3  | 11,51 |
| 7.                       | NMU Bohatýr (20,04 %) | 16,10–22,90                                 | 6,80                       | 19,19                                    | 1,68 | 8,75  |
| 8.                       |                       | 13,90–24,00                                 | 10,10                      | 20,06                                    | 1,86 | 9,27  |
| 9.                       |                       | 16,90–25,70                                 | 8,80                       | 20,42                                    | 2,17 | 10,63 |
| 10.                      |                       | 17,20–24,30                                 | 7,10                       | 20,52                                    | 1,84 | 8,96  |
| 11.                      |                       | 16,30–25,20                                 | 8,90                       | 20,49                                    | 2,02 | 8,86  |
| 12.                      | NMU Bohatýr (17,53 %) | 19,40–27,80                                 | 8,40                       | 23,30                                    | 2,16 | 9,27  |
| 13.                      |                       | 19,70–29,80                                 | 10,10                      | 24,94                                    | 2,48 | 10,94 |
| 14.                      |                       | 18,80–29,80                                 | 11,00                      | 22,71                                    | 2,36 | 12,39 |
| 15.                      |                       | 19,00–25,80                                 | 6,80                       | 23,07                                    | 2,15 | 9,32  |
| 16.                      |                       | 20,60–25,70                                 | 5,10                       | 22,61                                    | 1,93 | 6,54  |
| 17.                      | NMU Bohatýr (27,84 %) | 23,90–31,30                                 | 8,40                       | 27,40                                    | 2,98 | 9,53  |
| 18.                      |                       | 25,00–31,70                                 | 6,70                       | 24,46                                    | 2,59 | 7,59  |
| 19.                      |                       | 20,90–26,80                                 | 5,90                       | 25,96                                    | 1,60 | 6,16  |
| 20.                      | NMU Bohatýr (27,84 %) | 17,40–23,40                                 | 6,00                       | 21,35                                    | 1,16 | 6,43  |
| 21.                      |                       | 20,40–26,90                                 | 6,50                       | 23,46                                    | 1,68 | 7,16  |
| 22.                      | NMU Bohatýr (28,49 %) | 18,40–28,40                                 | 10,00                      | 22,76                                    | 2,29 | 10,06 |
| 23.                      |                       | 20,40–28,20                                 | 7,80                       | 24,66                                    | 2,02 | 8,19  |
| 24.                      |                       | 23,00–37,50                                 | 14,50                      | 27,82                                    | 2,79 | 10,03 |
| 25.                      |                       | 21,70–33,30                                 | 11,60                      | 23,55                                    | 2,38 | 8,35  |
| 26.                      |                       | 16,70–24,10                                 | 7,40                       | 20,83                                    | 1,44 | 6,91  |
| 27.                      | NMU Bohatýr (30,06 %) | 21,00–31,20                                 | 10,20                      | 25,16                                    | 2,11 | 9,39  |
| 28.                      |                       | 27,20–36,80                                 | 9,60                       | 31,79                                    | 1,92 | 6,04  |
| 29.                      | KO Tolar (23,25 %)    | 21,80–29,10                                 | 7,20                       | 25,10                                    | 1,54 | 5,54  |
| 30.                      | NMU Tolar (28,89 %)   | 23,80–32,90                                 | 9,10                       | 26,72                                    | 2,51 | 9,39  |
| 31.                      |                       | 16,80–24,70                                 | 7,90                       | 19,60                                    | 1,64 | 8,36  |
| 32.                      |                       | 17,20–31,10                                 | 13,90                      | 22,83                                    | 2,86 | 12,52 |
| 33.                      |                       | 24,60–32,80                                 | 8,20                       | 27,43                                    | 2,35 | 8,56  |
| 34.                      |                       | 22,90–29,20                                 | 6,30                       | 26,54                                    | 1,59 | 5,99  |
| 35.                      | KO Aga (25,45 %)      | 20,90–29,10                                 | 8,20                       | 25,50                                    | 2,21 | 6,54  |
| 36.                      | NMU Aga (31,46 %)     | 26,70–36,00                                 | 9,30                       | 32,32                                    | 1,94 | 6,00  |
| 37.                      | EMS Aga (28,74 %)     | 24,20–35,30                                 | 11,10                      | 29,76                                    | 2,36 | 7,93  |

<sup>1</sup>sequence, <sup>2</sup>genotype, <sup>3</sup>dispersion in N-substances contents, <sup>4</sup>difference, <sup>5</sup>mean of N-substances contents

fyzické proměnlivosti obsahu N-látek a navazujícím sledováním potomstev jednotlivých semen a jejich obsahu N-látek získat přehled o možnosti určení vhodného výběrového kritéria při šlechtění na vysoký obsah N-látek.

## VÝSLEDKY

Na základě rozborů poloviny semen na obsah N-látek jednotlivých mutantních a kontrolních rostlin byly získány informace o celkové proměnlivosti obsahu N-látek v jednotlivých rostlinách, o šíři proměnlivosti mezi jednotlivými rostlinami v rámci kmenu a získány podklady pro stanovení topofyzické proměnlivosti obsahu N-látek. Třídění dat bylo provedeno na počítači, který poskytl základní statistické údaje o rozptylu N-látek, stanovil průměrný obsah N-látek na základě obsahu v jednotlivých semenech, směrodatnou odchylku, variační koeficient (tab. I) a uskutečnil třídění na základě poskytnutých výsledků z chemických rozborů polovin semen podle nodů, podle pořadí lusků v jednotlivých nodech a podle polohy semene v lusu.

Třídění podle nodů bylo stanoveno na základě morfologické skutečnosti od spodní části rostliny k vrchní části rostliny a značení provedeno od 1. plodného nodu do  $x$ -tého plodného nodu. V tab. II jsou uvedeny obsahy N-látek v jednotlivých nodech sledovaných kontrolních a mutantních rostlin.

Obsah N-látek v jednotlivých nodech kontrolní odrůdy Bohatýr měl klesající tendenci od spodních nodů k vrchním nodům na rostlině a rozdíly mezi jednotlivými nody nebyly vyšší než 1,30 %. Rozdíl mezi minimálním a maximálním obsahem N-látek v jednotlivých nodech byl 3,32 %. Mutantní rostliny NMU Bohatýr měly obsah N-látek v jednotlivých nodech ve větším počtu případů odlišný. Klesající obsah N-látek měly rostliny č. 2, 6, 10, 18 a 19, u ostatních byly rozdíly v obsahu N-látek značně proměnlivé a vyskytovaly se případy vysokých rozdílů v obsahu N-látek mezi po sobě následujícími nody (rostlina č. 17 — 6,45 %, 6,60 %, 7,30 %, rostlina č. 25 — 8,37 %).

Obsah N-látek v jednotlivých nodech u kontrolní odrůdy Tolar byl podobný jako u odrůdy Bohatýr, rozdíl mezi minimálním a maximálním obsahem N-látek v nodech byl 4,84 %. Mutantní rostliny, zejména rostlina č. 30 a 33 měly zcela odlišné obsahy N-látek než kontrolní odrůda.

Kontrolní odrůda Aga měla rozdíl mezi minimálním a maximálním obsahem N-látek v nodech 3,44 %, obsah N-látek měl klesající tendenci s maximálním rozdílem mezi 2. a 3. nodem 1,54 %. Mutantní rostlina č. 36 měla obsah N-látek značně proměnlivý, rozdíl mezi po sobě následujícími nody dosahoval hodnot 2,03 % až 2,25 %.

Třídění podle pořadí lusků s testem významnosti rozdílů mezi průměry prokázalo, že mezi obsahem N-látek v 1. a 2. lusu v nodu není průkazný rozdíl. Také statistické zhodnocení souboru třídění podle polohy semen v lusu prokázalo neprůkazné rozdíly v obsahu N-látek mezi jednotlivými semeny v lusu, a to jak u mutantních, tak u kontrolních rostlin.

II. Obsah N-látek (%) v semenech mutantních a kontrolních rostlin hrachu — třídění podle nodů (Šumperk, 1986) — N-substance contents (%) in pea seeds of mutant and control plants — classification according to nodes (Šumperk, 1986)

| Pořadí <sup>1</sup> | Genotyp <sup>2</sup>  | Pořadí nodů <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |     |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
|                     |                       | 1.                       | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8.    | 9.    | 10.   | 11. | 12. |
| 1.                  | KO Bohatýr (23,30 %)  | 24,27                    | 24,90 | 24,57 | 24,53 | 23,62 | 22,32 | 22,63 | 21,58 | 23,21 |       |     |     |
| 2.                  | NMU Bohatýr (20,19 %) | 22,58                    | 24,99 | 23,18 | 22,15 | 22,23 |       |       |       |       |       |     |     |
| 3.                  |                       | 21,98                    | 20,84 | 19,65 | 20,46 | 20,60 |       |       |       |       |       |     |     |
| 4.                  |                       | 17,89                    | 18,50 | 18,16 | 16,81 | 17,80 |       |       |       |       |       |     |     |
| 5.                  |                       | 19,04                    | 20,80 | 19,02 | 19,07 | 18,48 | 19,67 | 19,00 |       |       |       |     |     |
| 6.                  |                       | 20,26                    | 20,83 | 19,19 | 19,37 |       |       |       |       |       |       |     |     |
| 7.                  | NMU Bohatýr (20,04 %) | 21,33                    | 19,10 | 19,48 | 19,60 | 20,75 | 17,69 |       |       |       |       |     |     |
| 8.                  |                       | 18,92                    | 20,14 | 21,05 | 20,82 | 19,34 | 18,55 | 19,90 | 24,00 |       |       |     |     |
| 9.                  |                       | 23,80                    | 22,45 | 19,55 | 19,90 | 21,30 | 19,85 |       |       |       |       |     |     |
| 10.                 |                       | 22,16                    | 21,53 | 20,91 | 19,14 | 19,46 |       |       |       |       |       |     |     |
| 11.                 |                       | 20,05                    | 20,80 | 19,08 | 18,80 | 20,70 | 20,72 | 19,98 |       |       |       |     |     |
| 12.                 | NMU Bohatýr (17,53 %) | 22,34                    | 24,14 | 24,60 | 25,90 | 23,85 | 23,18 | 22,83 | 20,77 |       |       |     |     |
| 13.                 |                       | 25,02                    | 24,86 | 24,35 | 23,49 | 27,16 |       |       |       |       |       |     |     |
| 14.                 |                       | 23,00                    | 22,55 | 24,27 | 21,54 |       |       |       |       |       |       |     |     |
| 15.                 |                       | 23,49                    | 24,06 | 22,70 | 23,00 | 20,27 | 26,50 | 23,75 | 22,60 |       |       |     |     |
| 16.                 |                       | 22,81                    | 22,82 | 23,12 | 21,60 | 21,05 |       |       |       |       |       |     |     |
| 17.                 | NMU Bohatýr (27,84 %) | 31,20                    | 24,75 | 31,35 | 28,45 | 26,12 | 26,12 | 26,12 | 31,45 | 24,15 | 25,50 |     |     |
| 18.                 |                       | 26,22                    | 24,80 | 25,20 | 23,33 | 23,90 |       |       |       |       |       |     |     |
| 19.                 |                       | 26,68                    | 26,43 | 28,20 | 27,70 | 25,96 | 24,54 |       |       |       |       |     |     |
| 20.                 | NMU Bohatýr (27,84 %) | 21,71                    | 20,73 | 21,44 | 22,15 | 20,87 | 21,00 | 21,57 |       |       |       |     |     |

|     |                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 21. |                       | 23,07 | 24,10 | 24,87 | 24,55 | 21,83 | 23,35 |       |       |       |       |       |       |
| 22. | NMU Bohatýr (28,49 %) | 24,01 | 24,35 | 22,28 | 21,43 | 22,78 | 28,10 |       |       |       |       |       |       |
| 23. |                       | 24,40 | 25,04 | 24,52 | 24,70 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 24. |                       | 26,93 | 30,40 | 26,57 | 27,48 | 26,48 | 27,60 | 31,90 | 34,45 |       |       |       |       |
| 25. |                       | 22,00 | 23,76 | 24,50 | 22,93 | 31,30 |       |       |       |       |       |       |       |
| 26. |                       | 21,40 | 20,70 | 20,01 | 21,48 | 21,85 | 20,89 | 20,72 |       |       |       |       |       |
| 27. | NMU Bohatýr (30,06 %) | 26,35 | 26,39 | 25,24 | 24,89 | 25,80 | 25,14 | 23,32 | 22,77 | 23,58 | 22,50 |       |       |
| 28. |                       | 30,45 | 32,00 | 31,96 | 31,23 | 33,36 | 33,87 |       | 34,40 | 31,87 | 33,90 | 30,45 | 29,41 |
| 29. | KO Tolar (23,25 %)    | 27,14 | 27,10 | 25,70 | 25,20 | 24,40 | 24,75 | 24,62 | 24,20 | 23,94 | 23,64 |       | 22,30 |
| 30. | NMU Tolar (28,89 %)   | 28,00 | 26,02 | 26,55 | 30,03 | 27,80 | 26,23 | 24,74 |       |       |       |       |       |
| 31. |                       | 20,22 | 19,19 | 19,64 | 19,17 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 32. |                       | 24,50 | 23,37 | 22,07 | 22,67 | 22,17 | 22,82 |       |       |       |       |       |       |
| 33. |                       | 31,15 |       | 26,75 | 26,58 | 28,20 | 26,03 | 27,72 | 29,65 | 25,58 |       |       |       |
| 34. |                       | 25,33 | 26,34 | 27,92 | 25,78 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 35. | KO Aga (25,75 %)      | 26,00 | 27,00 | 25,46 | 25,94 | 24,98 | 23,56 |       |       |       |       |       |       |
| 36. | NMU Aga (31,46 %)     | 33,20 | 33,70 | 31,97 | 32,85 | 30,60 |       | 32,63 | 31,74 |       |       |       |       |
| 37. | EMS Aga (28,74 %)     | 31,96 | 31,37 | 29,84 | 28,96 | 27,65 | 28,52 | 30,15 | 31,20 |       |       |       |       |

For 1—2 see Tab. I, <sup>3</sup>sequence of nodes



| Linie <sup>1</sup> |                       | Číslo rostliny <sup>2</sup> | Pořadí nodu <sup>3</sup> | N-látky (g na 1 rostlinu) <sup>4</sup> | Obsah N-látek <sup>5</sup> (%) |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| 1.                 | NMU Bohatýr (20,19 %) | 2.                          | 4.                       | 5,63                                   | 22,88                          |
| 2.                 |                       | 4.                          | 3.                       | 5,85                                   | 24,70                          |
| 3.                 |                       | 5.                          | 1.                       | 6,66                                   | 23,98                          |
| 4.                 | NMU Bohatýr (20,04 %) | 10.                         | 5.                       | 5,55                                   | 23,85                          |
| 5.                 | NMU Bohatýr (17,53 %) | 13.                         | 5.                       | 5,52                                   | 29,83                          |
| 6.                 |                       | 13.                         | 5.                       | 6,61                                   | 27,83                          |
| 7.                 |                       | 13.                         | 5.                       | 8,15                                   | 31,12                          |
| 8.                 |                       | 14.3                        | 3.                       | 5,76                                   | 27,77                          |
| 9.                 |                       | 14.                         | 3.                       | 5,81                                   | 27,16                          |
| 10.                |                       | 14.                         | 3.                       | 5,90                                   | 30,41                          |
| 11.                |                       | 14.3                        | 3.                       | 5,81                                   | 26,45                          |
| 12.                |                       | 15.                         | 6.                       | 6,11                                   | 30,26                          |
| 13.                |                       | 15.                         | 6.                       | 5,86                                   | 29,03                          |
| 14.                |                       | 15.6                        | 6.                       | 6,16                                   | 29,81                          |
| 15.                |                       | 15.                         | 6.                       | 5,87                                   | 25,28                          |
| 16.                | NMU Bohatýr (28,49 %) | 23.                         | 4.                       | 7,02                                   | 24,22                          |
| 17.                |                       | 25.                         | 5.                       | 6,09                                   | 28,48                          |
| 18.                |                       | 26.3                        | 3.                       | 6,67                                   | 22,08                          |
| 19.                | NMU Bohatýr (30,06 %) | 28.                         | 2.                       | 6,09                                   | 34,62                          |
| 20.                |                       | 28.                         | 4.                       | 6,14                                   | 34,34                          |
| 21.                |                       | 28.                         | 6.                       | 7,34                                   | 29,77                          |
| 22.                | NMU Tolar (28,89 %)   | 30.                         | 4.                       | 8,02                                   | 34,44                          |
| 23.                |                       | 30.4                        | 4.                       | 7,02                                   | 32,50                          |
| 24.                | NMU Aga (31,46 %)     | 36.                         | 1.                       | 5,91                                   | 33,41                          |
| 25.                |                       | 36.                         | 1.                       | 6,08                                   | 30,86                          |
| 26.                |                       | 36.2                        | 2.                       | 6,08                                   | 28,64                          |
| 27.                |                       | 36.                         | 8.                       | 6,24                                   | 32,56                          |
| 28.                |                       | 36.                         | 8.                       | 5,59                                   | 32,13                          |
| 29.                | EMS Aga (28,74 %)     | 37.                         | 6.                       | 5,93                                   | 33,02                          |

<sup>1</sup>lines, <sup>2</sup>number of plant, <sup>3</sup>order of node, <sup>4</sup>N-substances (crude protein) (g per plant), <sup>5</sup>crude protein content

## DISKUSE

Topofyzická proměnlivost obsahu N-látek byla stanovena na základě rozboru polovin semen s přesným určením jeho polohy na rostlině, pokud jde o pořadí nodů, pořadí lusků a pořadí semen v lusku. Metoda polovin semen byla velice dobře propracována v Polsku a v ob-

sahu proteinu nebyly zjištěny průkazné rozdíly mezi celými semeny, polovinou semen bez zárodku a polovinou semen se zárodkem. Selektce založená na jednotlivých semenech se ukázala jako efektivnější a šlechtění založené na průměrném obsahu proteinu u semen z jedné rostliny nepřineslo očekávané výsledky.

Třídění podle nodů v obsahu N-látek stanovené od spodní části k vrchní části rostliny přineslo dva základní poznatky: obsah N-látek v jednotlivých nodech kontrolních rostlin odrůd Bohatýr, Tolar a Aga měl klesající tendenci od spodních nodů k vrchním nodům na rostlině a rozdíly mezi jednotlivými nody nebyly větší než 1,54 % (Aga mezi 2. a 3. nodem), v ostatních případech byly většinou nižší než 1 %.

Naproti tomu mutantní rostliny v  $M_3$  generaci byly z hlediska rozložení N-látek v nodech velice nestejnorodé a také rozdíly mezi po sobě následujícími nody byly značně rozdílné a dosahovaly 6 až 7 %. To svědčí o tom, že kromě modifikačních rozdílů v obsahu N-látek v semenech vytvořených na jednotlivých patrech se vyskytují i rozdíly způsobené mutacemi. Výrazné rozdíly v obsahu N-látek svědčí o heterozygotnosti rostlin a slibují další štěpení v této vlastnosti a naději na výběr potomstev s vyšším obsahem N-látek, což se potvrdilo při konečném výběru linií na vysoký obsah N-látek v roce 1988. Tak např. (tab. III) linie č. 5, 6 a 7 (NMU Bohatýr — 17,53 %) s obsahem N-látek 29,83 %, 27,83 % a 31,12 % byly vybrány z nodu o průměrném obsahu N-látek 27,16 % (rostlina č. 13, 5. nod) a rozdíl od předcházejícího nodu činil 3,67 %. Linie č. 12, 13 a 14 s obsahem N-látek 30,26 %, 29,03 % a 29,81 % (NMU Bohatýr — 17,53 %) byly vybrány z nodu o průměrném obsahu N-látek 26,50 % (rostlina č. 15, 6. nod) a rozdíl od předcházejícího nodu činil 6,23 %. Linie č. 17 (NMU Bohatýr — 28,49 %) s obsahem N-látek 28,48 % byla vybrána z nodu o průměrném obsahu N-látek 31,20 % (rostlina č. 25, 5. nod) a rozdíl od předcházejícího nodu byl 8,73 %. Linie č. 22 a 23 (NMU Tolar — 28,89 %) s obsahem N-látek 34,44 % a 32,50 % byla vybrána ze 4. nodu rostliny č. 30 o průměrném obsahu N-látek 30,03 % a rozdíl oproti předcházejícímu nodu byl 3,48 %.

Z naznačených výsledků vyplývá, že pro rozborů na obsah N-látek je bezpodmínečně nutné odebírat průměrné vzorky z celého profilu rostliny, zejména pokud jde o potomstva jednotlivých rostlin.

Pokud jde o materiál nevyrovnaný, heterozygotní, štěpící, který tvoří základ pro výběr genotypů s vyšším obsahem N-látek, bylo by ideální provádět výběr metodou polovin. Vzhledem k našemu vybavení přístrojovou technikou by mohla být metoda polovin upravena tak, že by se obsah N-látek stanovoval z polovin semen v jednotlivých nodech, neboť zjištěný obsah N-látek by byl dostačujícím podkladem pro posouzení širší proměnlivosti materiálu i pro určení místa, kde by mohl být proveden pozitivní výběr na vyšší obsah N-látek.

Obsahy N-látek stanovené na základě pořadí lusků v nodu nebo na základě pořadí semene v lusků neodhalily žádná možná výběrová kritéria, neboť rozdíly byly neprůkazné.

Na základě získaných poznatků lze doporučit naznačený metodický postup za využitelný ve šlechtitelské práci u mutagenního materiálu. Postup bude prověřován u hybridního materiálu se záměrem jeho využití v prvních generacích po křížení při šlechtění na vysoký obsah N-látek u hrachu.

## Literatura

- FUREDI, J.: Changes in the protein content when crossing pea varieties. *Agrártudom. Egy. Közlem.*, 1970, s. 105-120.
- GOTTSCALK, W.: The genetic control of seed protein production and composition. *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 4, 1975, č. 2, s. 453-468.
- CHALUPOVÁ, L.: Šlechtitelské postupy směřující k získání genotypů hrachu s vysokým výnosem N-látek. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VÚTPL 1989, 52 s.
- KURNIK, E. A.: Prospects of raising protein content of peas and for breeding to improve protein quality. *Pl. Breed. Abstr.*, 42, 1970, 67 s.
- MASLOVA, V. I. — VOLODIN, V. I.: Frakcionnyj i aminokislotnyj sostav belkov mutantov gorocha. *Sbor. VNIIZK Orel*, 1973, s. 274-279.
- ZLÁMAL, P.: Studium dědičnosti obsahu a kvality bílkovin v semeni hrachu. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, VŠÚTPL 1980, 56 s.

Došlo 11. 9. 1991

L. CHALUPOVÁ (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Temenice):

### Topophysical variability of crude protein content in the pea seed (*Pisum sativum* L.).

*Rostl. Vyr.*, 38, 1992 (2) : 195-202.

The topophysical variability of crude protein content in pea was studied at the Research Institute of Technical Crops and Legumes Šumperk in the years 1985 to 1989 through the method of half seeds. To gain the planned aim (acquisition of genotypes of pea with increased crude protein content), chemically treated material was used in the M<sub>3</sub> generation of the cultivars Bohatýr, Tolar and Aga; 0.6 % NMU and 0.3 % EMS were used as chemomutagens. The method of half seeds enabled to obtain exact bases for crude protein content determination in particular control and mutant plants, for determination of topophysical variability of crude protein content and subsequent studies of progenies of individual seeds and their protein content allowed to obtain a survey of possibility how to identify a suitable selected criterion in breeding for high crude protein content.

Tab. I gives the basic statistical data on dispersion of crude protein, on average crude protein content, standard deviation and variation coefficient of the part of the set under review.

The classification by nodes determined on the basis of morphological aspects from lower part of the plant its top and marking was done from the first fertile node to x-th fertile node. Tab. II gives crude protein contents in particular nodes of studied control and mutant plants.

The classification according to the sequence of pods in a node and position of the seed in the pod using the test of significance of differences between means confirmed that there are no significant differences between crude protein content in the first and second pods in the node and crude protein content among particular seeds in the pod.

The classification according to the nodes revealed two basic information. The crude protein content in particular nodes of control plants of the cultivars Bohatýr, Tolar and Aga exhibited a decreasing trend from lower to upper nodes on the plant and the differences among particular nodes were not higher than 1.54 % (Aga between second and third nodes), in the other cases they were below 1 %. Despite this, mutant plants in the M<sub>3</sub> generation in view of crude protein distribution were highly nonhomogenous and the differences among nodes followed by each other were very marked, that is 6 to 7 %. Significant differences in crude protein content indicate heterozygosity of plants and there is a prerequisite of further split of this trait as well as in selection of progenies with higher crude protein content, being confirmed in final selection of lines for high crude protein content in the year 1988 (Tab. III).

It follows from indicated results that it is necessary to take average samples from the whole profile of the plant for analyses of crude protein content, without fail. As to the heterozygotic material, the method of half seeds should be applied from particular nodes, because of crude protein content found is a sufficient base for evaluation range of variability and for identification of the place as well, where to provide a positive selection for higher crude protein content.

# THE ELECTROPHORETIC IDENTIFICATION OF PEA (*PISUM SATIVUM* L.) CULTIVARS BY SEED PROTEIN ANALYSIS

Miroslav Šuška, Jaromír Stejskal

Research Institute of Technical Crops and Legumes, 787 01 Šumperk-Temenice

13 pea (*Pisum sativum* L.) cultivars were analysed by electrophoresis on polyacrylamide gels with an exponential gradient of acrylamide concentration 7.5—15.0 % in presence of sodium dodecylsulphate. Those seed protein fractions were analysed which were solubilized in TRIS—HCl buffer pH 6.8 containing sodium dodecylsulphate and 2-mercaptoethanol. Pea seed storage proteins were electrophoretically separated to 41 bands, from which 11 showed qualitative differences allowing characterisation of cultivars. The method is useful not only for pea identification, but can also be applied in breeding, seeds marketing and in other fields of agriculture.

Electrophoretic methods of analysing seed storage proteins are widespread in the world, particularly in cereals (Ng et al., 1988). Recently, attention has been given to utilization of biochemical criteria for cultivar characterisation of other plant species.

Traditionally, plant cultivars were identified on the basis of morphological traits. It is very time and space consuming. In some cases, this way of identification is unreliable, as morphological traits can be influenced by agroclimatic conditions. For these reasons, a great deal of attention is being given to the exploration of biochemical methods for genotype characterisation of different crops. Electrophoretic methods are most frequently used for this purpose, but chromatographical methods are also at present being applied (Ng et al., 1989).

With regard to peas, seed protein composition was studied by starch gel electrophoresis (SGE) and particularly by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). Both total seed proteins were analysed (Cooke, 1983; Šašek et al., 1983; Hussain et al., 1988) and after separating them into individual fractions (Casey, Domoney, 1985; Przybylska, 1986; Tarlaakovskaja, 1987) variability in protein composition was found in some cultivars. The possibility to use the method of isoelectric focusing (IEF) for identification purposes was published (Cooke, Draper, 1983; Przybylska, 1986). The sets of isozymes were also used for these purposes (Przybylska, 1986; Murray, Ayre, 1987), which were found as very suitable in several cases.

## MATERIAL AND METHOD

Seeds of 13 pea (*Pisum sativum* L.) cultivars were obtained from the genotype collection of the Research Institute of Technical Crops and Legumes in Šumperk-Temenice. The following cultivars were analysed: 1. Titan, 2. Ascona, 3. Progolt, 4. Ramir, 5. Smaragd, 6. Solara, 7. Dukát, 8. Junák, 9. Tyrkys, 10. Bohatýr, 11. Dippes Gelbe Viktoria, 12. Countess, 13. Triumph.

For electrophoretic analyses were used acrylamide 2X recrystallised (Serva, FRG), N,N'-methylenebisacrylamide (BIS), N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine (TEMED), ammonium persulphate from Pharmacia-LKB (Sweden), all other chemicals were of p. a. purity. The deionised water was used for preparing solutions. Electrophoresis was performed on the mini-vertical unit Midget with the power supply 2197 (Pharmacia-LKB, Sweden).

### Protein extraction

The sample of 100 seeds of each cultivar was ground to fine powder on the Cyclotec laboratory mill (Tecator, Sweden). 20 mg of the seed flour were extracted with 0.4 ml of 0.0625M TRIS-HCl buffer pH 6.8, containing 5 % (v/v) 2-mercaptoethanol and 2 % (w/v) sodium dodecylsulphate (Laemmli, 1970). The samples were boiled for 5 minutes in boiling water and then centrifuged for 5 minutes at 12 000 rpm.

### Electrophoresis

Electrophoretic analyses were carried out according to Laemmli (1970) with slight modification. Separating gel (8.3×5.5 cm × 0.75 mm) with different concentrations of acrylamide and gradient ranges tested (7.5 % — 22.5 % acrylamide) contained 0.1 % SDS in 0.375M TRIS-HCl buffer pH 8.8. Optimized runs were performed in an exponential gradient of an acrylamide concentration 7.5 — 15.0 %, prepared by mixing 1 part of dense (15 %) acrylamide solution with 2 parts of light (7.5 %) acrylamide solution using a gradient maker. Stacking gel (8.3×1.0×0.75 mm) contained 5 % of acrylamide, 0.1 % SDS in 0.125M TRIS-HCl buffer pH 6.8. The gels were polymerized by adding TEMED and ammonium persulphate. The electrode buffer was TRIS-glycine buffer, containing 0.025 TRIS, 0.192M glycine and 0.1 % SDS pH 8.3. 5 microlitres of extracts were loaded into the wells of the stacking gel. Electrophoreses were run at 10 °C at constant current 10 mA/gel until tracking dye (bromophenol blue) had reached the bottom of the gel.

### Staining

The gels were stained after electrophoresis in a solution of 0.25 % Coomassie Brilliant blue R 250 in the mixture of ethanol:acetic acid:water = 47:8:45. Gels were stained usually overnight and then de-stained in the same mixture as above without Coomassie Brilliant

blue R 250. Finally, gels were immersed in 10 % glycerol in a de-staining solution and fixed on a transparent support.

## RESULTS

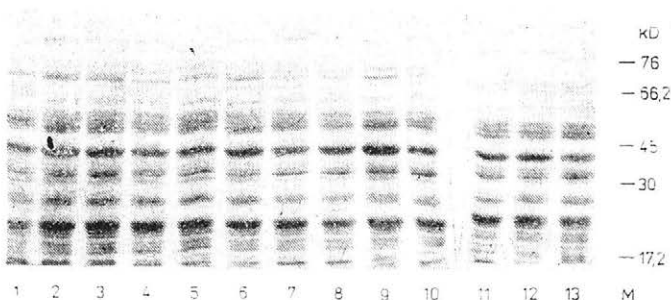
Using an optimised electrophoretic analysis in a 7.5 — 15 % exponential acrylamide concentration, pea seed storage proteins were separated to 41 bands, from which 11 showed inter-cultivar variability in the range of molecular weights 50 — 76 kD in their presence or disappearance (Fig. 1). Quantitative differences were observed in several other bands of cultivars, but they were not evaluated. Homogenous gels with acrylamide concentrations of 10 % and 12.5 % and also gradient gels with linear or exponential acrylamide concentrations ranging from 7.5 % to 22.5 % were tested, but resolution of proteins in these cases was unsatisfactory and some differences between the cultivars were obliterated (not shown). Fig. 2 shows a schematic diagram of qualitative variability for the 13 pea cultivars investigated. Identity indexes were calculated using these critical bands (Šašek et al., 1983) according to the equation:

$$\text{identity index} = \frac{\text{No. common critical bands}}{\text{No. all critical bands}} \times 100$$

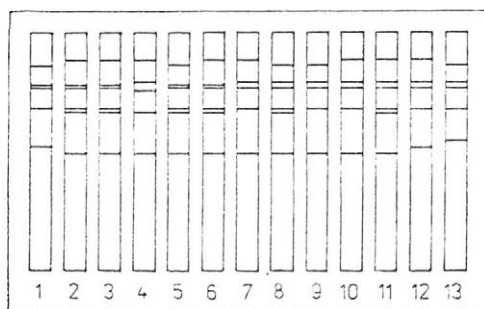
## DISCUSSION

From the results, presented in Figs 1, 2 and Tab. I, it is evident, that the method described here is practicable for pea cultivar identi-

1. Electrophoreogram of seed proteins of 13 pea cultivars (M — molecular markers)



2. Qualitatively different bands of 13 pea cultivars





# I. Identity indexes for protein spectra of 13 pea cultivars

| Cultivar              | 1  | 2   | 3   | 4  | 5  | 6  | 7   | 8  | 9  | 10  | 11 | 12 | 13 |
|-----------------------|----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|
| Titan                 | —  |     |     |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |
| Ascona                | 64 | —   |     |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |
| Progolt               | 64 | 100 | —   |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |
| Ramir                 | 18 | 55  | 55  | —  |    |    |     |    |    |     |    |    |    |
| Smaragd               | 82 | 82  | 82  | 36 | —  |    |     |    |    |     |    |    |    |
| Solara                | 64 | 100 | 100 | 55 | 82 | —  |     |    |    |     |    |    |    |
| Dukát                 | 36 | 73  | 73  | 64 | 55 | 73 | —   |    |    |     |    |    |    |
| Junák                 | 64 | 64  | 64  | 55 | 82 | 55 | 73  | —  |    |     |    |    |    |
| Tyrkys                | 55 | 55  | 55  | 45 | 73 | 55 | 82  | 91 | —  |     |    |    |    |
| Bohatýr               | 36 | 73  | 73  | 64 | 55 | 73 | 100 | 73 | 82 | —   |    |    |    |
| Dippes Gelbe Viktoria | 36 | 73  | 73  | 64 | 55 | 73 | 100 | 64 | 82 | 100 | —  |    |    |
| Countess              | 55 | 55  | 55  | 45 | 36 | 55 | 82  | 55 | 64 | 82  | 82 | —  |    |
| Triumph               | 55 | 36  | 36  | 27 | 55 | 36 | 64  | 73 | 82 | 64  | 64 | 64 | —  |

cation with certain limitations. Although some papers published previously (Cooke, 1983; Hussain et al., 1988) show electrophoretic discrimination in all genotypes tested by them, we have found in our work genotypes with the same protein profiles both in Czechoslovak and foreign pea cultivars. Thus, triplets of the cultivars Bohatýr, Dukát, Dippes Gelbe Viktoria, and Solara, Progolt and Ascona gave the same electrophoreograms (identity index = 100). All other pea cultivars analysed exhibited distinct protein spectra.

The variability in the composition of seed proteins occurs particularly in the range of the molecular weights 50 — 70 kD, which corresponds to subunits of vicilin and convicilin (Cooke, 1983; Casey, Domoney, 1985). Generally, the composition of seed proteins seems to be very uniform. In order to distinguish reliably individual pea genotypes, additional analyses of suitable isozymic systems of seed and vegetative organs will be needed. On the basis of such complex analyses it would be possible to apply electrophoretic methods for solving the problems, regarding cultivar homogeneity, genetic stability (Stejskal, Griga, 1989), verification of breeding programs and many further applications.

## References

- CASEY, R. — DOMONEY, C.: Variation in pea-seed storage proteins. In: HEBBLETHWAITE, P. D. — HEATH, M. C. — DAWKINS, T. C. K. (eds): The pea crop. A basis for improvement. London, Butterworths 1985, pp. 359-368.
- COOKE, R. J.: The characteristics of *Pisum sativum* L. (partim) (field pea) cultivars by sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis. J. nat. Inst. agric. Bot., 16, 1983, pp. 213-220.
- COOKE, R. J. — DRAPER, S. R.: Potential applications of ultrathinlayer isoelectric

- focusing for the characterisation of cultivars of crop species. J. nat. Inst. agric. Bot., 16, 1983, pp. 173-181.
- HUSSAIN, A. — ALI-KHAN, S. T. — BUSHUK, W.: Field pea cultivar identification by electrophoretic patterns of cotyledon proteins. Can. J. Pl. Sci., 68, 1988, pp. 1143-1147.
- LAEMMLI, U. K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of the bacteriophage T4. Nature (London), 227, 1970, pp. 680-685.
- MURRAY, D. R. — AYRE, D. J.: Isoenzymes from hulls and seeds of developing pea fruits. J. Pl. Physiol., 127, 1987, pp. 193-201.
- NG, P. K. W. — SCANLON, M. G. — BUSHUK, W.: A catalog of biochemical fingerprints of registered Canadian wheat cultivars by electrophoresis and high-performance liquid chromatography. Food Sci. Dep., University of Manitoba, 1988, No. 139.
- NG, P. K. W. — SCANLON, M. G. — BUSHUK, W.: Electrophoretic and high-performance liquid chromatography patterns of registered Canadian wheat cultivars. Cereal Res. Commun., 17, 1989, pp. 5-10.
- PRZYBYLSKA, J.: Identification and classification of the *Pisum* genetic resources with the use of electrophoretic protein analysis. Seed Sci. and Technol., 14, 1986, pp. 529-543.
- STEJSKAL, J. — GRIGA, M.: Total protein and some isozyme spectra of meristem-tip culture derived plant progenies of pea (*Pisum sativum* L.). In: OHMANN, E. — GRIM, E. — LÖFFLER, S. (eds): IV. Symp. Young scientists in the physiology and biochemistry of plants. Holzhau, 1989, pp. 56.
- ŠAŠEK, A. — HÁJEK, D. — TRČKA, P.: Využití elektroforézy bílkovin k rozlišení odrůd hrachu (*Pisum sativum* L.). Rostl. Vyr., 29, 1983, No. 7, pp. 721-726.
- TARLAKOVSKAJA, A. M.: Identification of pea varieties by means of electrophoretic patterns of globulins. Mater. III. int. Symp. ISTA, Leningrad, USSR, 1987, pp. 217-220.

Received on September 11, 1991

M. ŠUŠKA, J. STEJSKAL (Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk - Temenice):

**Elektroforetická identifikace odrůd hrachu (*Pisum sativum* L.) analýzou semených proteinů.**

Rostl. Vyr., 38, 1992 (2) : 203-207.

Elektroforézou na polyakrylamidovém gelu s exponenciálním gradientem koncentrace akrylamidu 7,5 až 15 % v prostředí dodecylsulfátu sodného bylo analyzováno 13 odrůd hrachu. Analýze byly podrobeny frakce semenných proteinů, rozpustné v TRIS-HCl pufru o pH 6,8, obsahujícím dodecylsulfát sodný a 2-merkaptethanol. Elektroforetické analýzy proběhly na vertikální aparatuře s malou modifikací postupu, který popsal Laemmli (1970).

Zásobní proteiny semen hrachu byly elektroforeticky rozděleny do 41 zón, z nichž 11 zón v oblasti molekulových hmotností 50 až 76 kD vykazalo meziodrůdovou variabilitu ve své přítomnosti nebo ztrátě, u některých dalších zón byly pozorovány u jednotlivých odrůd hrachu kvantitativní rozdíly (obr. 1). Na obr. 2 jsou schematicky znázorněny soubory zón vykazujících kvalitativní variabilitu pro analyzované odrůdy hrachu. Pomocí těchto kritických zón byly vypočteny indexy identity, které jsou uvedeny v tab. I. K variabilitě ve složení semenných proteinů dochází především v oblasti molekulových hmotností 50 až 76 kD, což odpovídá podjednotkám vicilinu a konvicilinu (Cooke, 1983; Casey, Domoney, 1985).

Z výsledků je patrné, že popsaná metoda je použitelná pro identifikaci odrůd hrachu s určitým omezením. Složení semenných proteinů hrachu se zdá velmi uniformní, což ukazuje na poměrně značnou genetickou blízkost analyzovaných odrůd. Trojice odrůd Bohatýr, Dukát, Dippes Gelbe Viktoria a Solara, Progelt a Ascona poskytují shodné elektroforeogramy (index identity = 100), všechny ostatní analyzované odrůdy hrachu mají odlišná bílkovinná spektra. Ke spolehlivému rozlišení jednotlivých genotypů hrachu bude třeba dalších analýz vhodných izoenzymových souborů semen i vegetativních orgánů. Na základě takové komplexní analýzy pak bude možné elektroforetickou metodu aplikovat i na řešení problémů týkajících se odrůdové homogenity, genetické stability, kontroly hybridizačního programu a mnoha dalších aplikací.

**Dear contributors and readers**

**PLANT PRODUCTION**

**Pay attention to the following information**

For better availability of results of the Czechoslovak research to foreign readers, the editorial board of the journal *Rostlinná výroba* - Plant Production made a decision on priority publishing of scientific papers and contributions in English from the year's volume 37 (1991). The contribution should be sent to the editor's address written in English (an author is responsible for language correctness), containing short summary in English and supplemented with enlarged Czech or Slovak summaries.

We draw reader's and contributor's attention to the fact that contributions published in Czech or Slovak should contain brief Czech or Slovak summaries, and enlarged detailed English summary (with references to tables and figures), within the extension of about two pages, submitted by authors directly in English or in Czech and Slovak and intended for English translation. At the same time, texts of tables and figures will be also in English.

The editorial board of the journal *Rostlinná výroba* will enable to foreign contributors to publish their papers in the journal *Rostlinná výroba*.

We hope that this information will be much appreciated as by authors as by readers of our journal.

*Editorial Staff*

|                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ficnar S.: The relation of enzyme reduction of acetylene to further parameters of molecular nitrogen fixation in pea ( <i>Pisum sativum</i> L.) . . . . .                                                | 165 |
| Kadlec M., Létal J.: Evaluation of the effect of soybean plantings arrangements [ <i>Glycine max.</i> (L.) Merr.] on variability of quantitative traits . . . . .                                        | 171 |
| Hájek D., Mrskoš M., Schwarzbach E.: The impact of breeding on the yield of peas ( <i>Pisum sativum</i> L.) and faba beans ( <i>Vicia faba</i> L.) in Czechoslovakia in the years 1971 to 1990 . . . . . | 185 |
| Chalupová L.: Topophysical variability of crude protein content in the pea seed ( <i>Pisum sativum</i> L.) . . . . .                                                                                     | 195 |
| Šuška M., Stejskal J.: The electrophoretic identification of pea ( <i>Pisum sativum</i> L.) cultivars by seed protein analysis . . . . .                                                                 | 203 |

Rukopisy odevzdány k tisku 1. 11. 1991, podepsáno k tisku 20. 2. 1992