

VÝBĚR VHODNÝCH GENOTYPŮ KMÍNU KOŘENNÉHO (*CARUM CARVI*, L.) PRO JEHO DALŠÍ ŠLECHTĚNÍ

P. Šmírouš, B. Kocourková

Došlo: 30. listopadu 2005

Abstract

ŠMIROUS, P., KOCOURKOVÁ, B.: *Selection of useful caraway (*Carum carvi*, L.) genotypes for following breeding process*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2006, LIV, No. 2, pp. 117–130

Eight genotypes of caraway were tested in vegetative periods 1999/2000 and 2000/2001. The weight of achenes on plant, the weight of achenes on individual branches, the number of achenes on plant and on individual branches, the weight of thousand achenes on plant and on individual branches and the height of plants were evaluated. The data from vegetative periods and from perennial experiments were tested statistically. The results were used for choose of genotype of caraway as a basic for new variety of non-shattering type.

caraway, breeding, non-deciduous, genomes, selection, Kepron

Kmín kořený je jednou z nejstarších kořeninových rostlin na území České republiky a první zmínka o jeho použití je uvedena v Kosmově kronice k roku 1073 (Beranová, 1980). Pravděpodobnou oblastí původu je Malá a Střední Asie, odkud se pěstování rozšířilo do Evropy.

Polní pěstování kmínu se datuje od 2. poloviny 19. století, kdy se kmín pěstoval na Čáslavsku. V této oblasti vznikly krajové opadavé kultivary Český a Moravský. Určitý rozvoj pěstování kmínu přinesla odrůda Ekonom (1964), která byla opadavého typu. V roce 1978 byla vyšlechtěna v České Bělé šlechtitelem Františkem Procházkou geneticky neopadavá odrůda Rekord a následoval zlom v pěstování kmínu v ČR. Kmín se k nám přestal dovážet a jeho plochy se začaly rozšiřovat. Nynější rozsah pěstování na orné půdě a celková produkce jej řadí ve skupině rostlin léčivých, aromatických a kořeninových na první místo. Tuto, dnes i exportní komoditu, u nás pěstitelsky stabilizovaly další povolené odrůdy Prochan (reg. 1990) a nejnovější Kepron (reg. 1994). V současné době (1. 11. 2004) je Evropské unii ve Společném katalogu

odrůd druhů zemědělských plodin zapsáno 12 odrůd kmínu kořeného, z toho jsou tři odrůdy českého původu (www.ukzuz.cz).

Kmín kořený (*Carum carvi*, L. f. *biennis*) z rodu kmín (*Carum*), čeledi miříkovitých (*Apiaceae*), řádu Apiales, třídy dvouděložných (*Magnoliopsida*), oddělení krytosemenných rostlin (*Magnoliophyta*), podříše cévnatých rostlin (*Tracheobionta*) (www.cbif.gc.ca/pls/itisca) je v podmínkách ČR rostlinou podmíněně dvouletou s délkou vegetační doby 300–340 dní (KOCOURKOVÁ, 1996). Kmín kořený je v ČR významnou minoritní plodinou a jeho plochy dosahují v posledních letech asi 2000–2500 ha. Kmín se pěstuje pro obsah silic, které jsou nejvíce obsaženy v nažkách a jejich obsah činí 2–7 %. Kmínové silice jsou složeny hlavně z karvonu, jehož obsah je 50–60% a z limonenu, kterého obsahuje 40–50 % objemu. V malém množství jsou také zastoupeny furfalol, karveol, dihydrokarvon, acetaldehyd, pinen, thujon, kamfen, felanderen. ČSN ISO 5561 platná od roku 1997 užívaná v potravinářství klade na kmín tma- vý dvouletý následující požadavky: vlhkost nejvýše

13 % ($\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$), celkový popel v sušině nejvýše 8 %, popel nerozpustný v kyselině nejvýše 1,5 % ($\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$), silice v sušině ($\text{ml} \cdot 100\text{g}^{-1}$) nejméně 2,5 (obsah musí být stanoven ihned po rozemletí). Český lékopis č. 5 požaduje obsah silic v nažkách minimálně 3 %, z toho nejméně 50 % musí tvořit karvon.

V rámci projektu NAZV (Národní agentura pro zemědělský výzkum) „Biodiverzita kmínu kořeného (*Carum carvi*, L.) a možnosti jeho využití v integrované rostlinné produkci“, který byl řešen v letech 1997–2000, byly hodnoceny odrůdy kmínu registrované v ČR. Z výsledků pokusů ve Šlechtitelské stanici Česká Bělá a AGRITECu Šumperk zaměřených na vyhodnocení odrůdových vlastností odrůd Rekord, Prochan a Kepron vyplývá, že v morfologických znacích nejsou u uvedených odrůd rozdíly v jednotlivých letech ani podle stanoviště, i když odrůda Kepron měla větší četnost nejvyšších hodnot. Vykazovala však v rámci sledovaných souborů největší variabilitu znaků. V morfologických rozbořích nejvyšších hodnot dosáhla odrůda Kepron u znaků výška rostliny, počet větví prvního a druhého řádu, počet a hmotnost nažek v okolících na větvích prvního řádu, výnos nažek na jednu rostlinu a na jednotku plochy. U odrůdy Prochan byly zjištěny vyšší hodnoty pouze v počtu okolíčků na hlavním okolíku, v počtu nažek v hlavním okolíku a v obsahu silic v nažkách hlavního okolíku (KOCOURKOVÁ, FIŠEROVÁ; 2001). Obsah silic v odrůdách byl závislý na průběhu počasí ve sledovaných letech. Nejvyšší obsah silic pravidelně vykazovala odrůda Rekord, podíl karvonu neklesl pod 50 % a mezi odrůdami nebyly zjištěny podstatné rozdíly. U všech odrůd neklesl obsah silice pod 3 %.

Jelikož výše uvedené odrůdy nevykazovaly podstatné rozdíly, je účelné se zaměřit na šlechtění, které by vycházelo z odrůdy s největší variabilitou, s nejmladší odrůdou Kepron. Sledování rozdílů v habitu rostlin by mohlo být podkladem k vytvoření typu výkonné rostliny. O výnosové schopnosti odrůd mohou rozhodovat především znaky s největším variačním rozpětím (např. počet větví a okolíků na rostlině, počet semen v okolíku a HTS) (ŠMIROUS ml., 1999). Šlechtění kmínu ($2n = 20$) v České republice se v první řadě zaměřuje na typy s neopadávajícími nažkami, které zaručují jistotu výnosu. Zároveň se sleduje i možnost zvýšení obsahu silic v nažkách. Šlechtění je směřováno především na kmín dvouletý, i když byly zkoušeny i kmíny jednoleté a nebo ozimé formy kmínu (HÁJEK, 1996).

Při hodnocení registrovaných českých odrůd byl sledován obsah ethylenu, ethanu a kyseliny abscisové (ABA). Ethylen indukují zrání a opad plodů, stimuluje syntézu bílkovin, aromatických látek a fytoalexinů. ABA inhibuje klíčení a její obsah se zvyšuje při vodním a teplotním stresu, obdobně jako při napadení fytopatogeny. Všechny tyto látky jsou produkova-

ny jako reakce na stres. Výsledky ukázaly, že nažky s nižším obsahem ABA produkují nejvíce ethanu a nejhůře klíčí (FIŠEROVÁ et al., 2001).

Jak uvádí Mc GREGOR (1976), nažloutlé až bílé květy kmínu jsou zřetelně protandrické. Tyčinky uvolňují pyl během prvních dvou dní, kdy je květ otevřen a třetího dne tyčinky vadnou. Blizna není do šestého až sedmého dne kvetení citlivá na pyl. Hlavní okolík je v samičím úseku kvetení, když vedlejší okolíky jsou v samčí fázi kvetení. Samoopylení v květu a uvnitř okolíku není obvyklé (van ROON, BLEIJANGER, 1964). Jak dále Mc GREGOR uvádí, nektar i pyl jsou snadno přístupné a atraktivní pro mouchy a blanokřídlý hmyz.

Na konci 40. a počátku 50. let 20. století byla polyploidie popsána jako spolehlivá metoda pro výrazné zvýšení obsahu silic. Proto bylo rozhodnuto vytvořit neopadovou tetraploidní odrůdu na základě genotypu odrůdy Bleija (DIJKSTRA and SPECKAMANN in NÉMETH, 1998). V prvním pokuse bylo několik tisíc předem naklíčených semen máčeno v řadě roztoků kolchicinu po různě dlouhou dobu. Při koncentraci 0,0255 % přežilo menší množství rostlin a poskytlo čtyři tetraploidy, jejichž rostliny posloužily jako model pro další výběr. Rozlišujícím znakem tetraploidních rostlin byl trojboký tvar pylových zrn, zatím co u diploidních to byl hladký tvar. V dalším pokuse bylo 1000 sazenic ve fázi dvou až tří lístků dva dny máčeno v 0,2% roztoku kolchicinu. Po selekci na pylovou velikost a velikost semen v generaci C0 bylo v generaci C1 identifikováno 157 tetraploidních rostlin. HTS u tetraploidů byla 7 g (diploidní kmín má cca 3 g). Obsah silic zjištěný pomocí metody destilace vodní parou byl 3–3,5 % se 74% obsahem karvonu proti 2,2 % silic s 67% obsahem karvonu u diploidního semene odrůdy Bleija (NÉMETH, 1998).

Generace C3 vyprodukovala generaci semen C4 v červenci 1977 a dále se množila až do generace C7 v roce 1984. Výnos kmínu se pohyboval mezi 500 až 700 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, HTS byla dvojnásobná a obsah oleje asi o 50 % vyšší než u diploidního rodiče, odrůdy Bleija. Zdálo se, že proces domestikace rostliny neměl za výsledek vyšší produktivitu (DIJKSTRA in NÉMETH, 1998) a stále se vyskytovala částečná sterilita.

MATERIÁL A METODY

Polní pokusy s osmi vybranými genotypy (kmeny) pocházejícími z víceletého výběru odrůdy Kepron byly založeny v roce 1999 a 2000 na pozemcích firmy AGRITEC Šumperk, s. r. o. metodou dlouhých dílců. Pokusná oblast se nachází na rozhraní okrajové řepařské a bramborářské výrobní oblasti, v subtypu bramborářsko-pšeničném. Podnik leží na úpatí Jeseníků. Pokusné pozemky jsou v nadmořské výšce 315 m n. m. Půdotvorný substrát tvoří sprašové

pokryvy, na kterých se tvoří půdní typ ilimerizovaná půda, subtyp oglejená, velmi hluboká až hluboká, půdní druh hlinitá až hlinitojílovitá.

Průměrná roční teplota v roce 1999 i 2000 odpovídala dlouhodobému normálu. Oba ročníky však byly bohatší na srážky, úhrn ročních srážek překročil dlouhodobý normál průměrně o 100 mm. Rozložení srážek však nebylo rovnoměrné. Vlhčí jaro 1999 vystřídal sušší léto, v srpnu a září s mírnými přísušky. Následující rok se nepříznivě projevil výraznější vláhový deficit v dubnu a v srpnu až říjnu. Naopak výrazně nadnormálové srážky spadly v březnu a červenci. Průměrná roční teplota v roce 2001 odpovídala dlouhodobému normálu. Ročník 2001 byl bohatší na srážky. Rozdělení srážek nebylo rovnoměrné, výrazně nadnormálové srážky spadly v červenci.

Založení pokusů a metodika

V roce 1999 byl kmín vyset 6. května do řádků vzdálených 25 cm, ve dvou opakováních činila celková plocha pro každý kmen 3,6 m². Po seti byla plocha ošetřena herbicidem Afalon 45 SC proti dvouděložným plevelům. Porost vzcházel 21.–23. května. Ve sklizňovém roce byl 11. 5. 2000 aplikován insekticidní a akaricidní přípravek Talstar 10 EC. Během vegetace byl 26. 4. 2000 porost přihnojen ledkem amonným (27% N) 67,5 N kg·ha⁻¹. Fáze kvetení nastoupila po 15. 5. 2000. Pro hodnocení byly vzorky odebrány při sklizni 27. 6. 2000.

V dalším roce se selo 24. 7. 2000 do řádků vzdálených 25 cm, ve dvou opakováních. Celková plocha pro každý kmen činila 7,5 m². Proti dvouděložným plevelům byl 17. 8. 2000 porost kmínu ošetřen herbicidem Starane 250 EC v dávce 0,5 l·ha⁻¹ a 20. 10. 2000 byl aplikován Galant Super proti pýru. Během vegetace byl 18. 4. 2001 porost přihnojen ledkem amonným

(27% N) v dávce 67,5 N kg·ha⁻¹. Pro hodnocení byly vzorky odebrány při sklizni 16. 7. 2001.

Analyzované znaky:

- na rostlině – výška (cm), počet nažek (ks), hmotnost nažek (g)
- u hlavního okolíku – počet okolíčků (ks), hmotnost nažek (g), počet nažek (ks), HTS (g)
- na větvích I. řádu – počet nažek (ks), hmotnost nažek (g), počet okolíčků (ks), HTS (g)
- na větvích II. řádů – počet nažek (ks), hmotnost nažek (g), počet okolíčků (ks), HTS (g).

Všechny jmenované znaky byly hodnoceny statistickým programem Unistat 4.53. Pro vyhodnocení analýzy rozptylu byl použit test minimální průkazné difference. Průkaznost rozdílu mezi průměrnými hodnotami kmenů je v tabulkách vyznačena písmeny, kde rozdílná písmena znamenají průkazný rozdíl mezi kmeny na uvedené hladině významnosti.

Pro účely této publikace jsme se zabývali podrobným popisem výsledků hodnocení celé rostliny a znaků na větvích I. řádu.

VÝSLEDKY

Vegetační období 1999–2000

Při sledování výšky rostlin bylo zjištěno, že kmeny byly statisticky velmi vysoce významným zdrojem její proměnlivosti (tab. I). Při následném testování pomocí testu minimální průkazné difference (LSD) vzniklo několik skupin genotypů (tab. I). Nejvyšší průměrnou výšku měl genotyp 3 (72,08 cm), čímž se významně lišil od genotypu 6 (65,67) a nejnižšího genotypu 7 (62,85 cm) na nejvyšší hladině významnosti.

I: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro výšku rostlin za vegetační období 1999–2000

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec		kmeny	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9 %
kmeny	7	2144,355	306,336	***	7	40	62,85	a	a	a
Chyba	289	17245,429	59,673		6	36	65,67	ab	ab	ab
Celkem	296	19389,785	65,506		8	40	67,30	bc	ab	abc
					1	35	68,37	bc	bc	abc
					5	27	68,74	bcd	bc	abc
					4	40	68,95	bcd	bc	bc
					2	39	69,95	cd	bc	bc
					3	40	72,08	d	c	c

Vys.: *** $P \leq 0,001$; průměrné hodnoty označené různými písmeny jsou na uvedené hladině statistické průkaznosti odlišné

Vzhledem ke zjištěnému nevýznamnému vlivu kmenů na variabilitu celkové hmotnosti nažek nelze očekávat ani statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými kmeny (tab. II). Rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hmot-

nosti nažek byl dvojnásobný (kmen 3 s 0,504 g a kmen 5 s 1,076 g) (tab. II), avšak ne statisticky průkazný. Rozdíl hmotnosti nažek byl způsoben zřejmě velkou variabilitou naměřených hodnot uvnitř kmenů.

II: *Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro celkovou hmotnost nažek za vegetační období 1999–2000*

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmeny	Příp.	Průměr	95%
kmeny	7	11,859	1,694	3	40	0,5040	a
Chyba	287	447,561	1,559	6	36	0,5322	a
Celkem	294	459,420	1,563	7	40	0,5391	a
				4	38	0,8253	a
				2	39	0,8514	a
				1	35	0,8886	a
				8	40	0,9630	a
				5	27	1,0763	a

Nevýznamný vliv kmenů na variabilitu byl také zjištěn u dalšího sledovaného znaku, u počtu nažek na rostlině (tab. III). Následné testování však prokázalo vznik dvou statisticky významně odlišných

skupin genotypů při 95% hladině pravděpodobnosti (tab. III). Nejvíce nažek na rostlině měl kmen 8 (338 nažek), který se významně lišil od kmene 3 a od kmene 7 s nejmenším počtem nažek (164).

III: *Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro celkový počet nažek za vegetační období 1999–2000*

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmeny	Příp.	Průměr	95%	99%
kmen	7	1032078,155	147439,74	7	40	164,35	a	a
Chyba	287	36857277,323	128422,57	3	40	167,78	a	a
Celkem	294	37889355,478	128875,36	6	36	183,03	ab	a
				5	27	237,56	ab	a
				4	38	243,39	ab	a
				1	35	274,57	ab	a
				2	39	277,87	ab	a
				8	40	338,10	b	a

Vliv kmenů na variabilitu u znaku počet nažek na rostlině byl zjištěn jako vysoce průkazný (tab. IV). Následné testování prokázalo vytvoření několika skupin genotypů v závislosti na hladině pravděpodobnos-

ti. Rozdíly se projeví i při 99,9% pravděpodobnosti, kdy vznikly skupiny genotypů. Významně odlišné však byly jen kmen 6 (38) a kmen 4 se nejvíce nažkami (70 – tab. IV).

IV: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro počet nažek na hlavním okolíku za vegetační období 1999–2000

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95 %	99 %	99,9 %
kmen	7	31925,858	4560,84 **	6	36	38,14	a	a	a
Chyba	287	376880,129	1313,17	5	27	44,26	ab	ab	ab
Celkem	294	408805,986	1390,50	3	40	45,10	ab	ab	ab
				7	40	54,33	abc	abc	ab
				8	40	58,48	bc	abc	ab
				2	39	60,64	bc	bc	ab
				1	35	65,97	c	bc	ab
				4	38	70,13	c	c	b

Vys.: ** $P \leq 0,01$

Vysoce průkazný vliv kmenů na variabilitu byl stanoven také u průměrné hmotnosti nažek z hlavního okolíku (tab. V). Následným testováním vznikly opět skupiny genotypů (tab. V). Při 99,9% pravděpodob-

nosti vznikly tři skupiny genotypů, genotyp 6 s nejnížší průměrnou hmotností nažek na hlavním okolíku (0,1166 g) a genotyp 4 s nejvyšší (0,2306 g).

V: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro hmotnost nažek na hlavním okolíku za vegetační období 1999–2000

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95 %	99 %	99,9 %
kmen	7	0,373	0,053 **	6	36	0,1166	a	a	a
Chyba	287	5,385	0,019	5	27	0,1371	ab	ab	ab
Celkem	294	5,758	0,020	3	40	0,1533	ab	abc	ab
				8	40	0,1746	abc	abc	ab
				2	39	0,1790	bc	abc	ab
				7	40	0,1806	bc	abc	ab
				1	35	0,2207	c	bc	ab
				4	38	0,2306	c	c	b

Při sledování hmotnost tisíce semen z hlavního okolíku byl vliv kmenů na variabilitu tohoto znaku statisticky neprůkazný (tab. VI). Statisticky nevýznamný

rozdíl v HTS byl 0,57 g a to mezi nejlepším 3. kmenem a nejhorším genotypem 5.

VI: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro HTS hlavního okolíku za vegetační období 1999–2000

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95 %
kmen	7	7,710	1,101	5	27	2,8643	a
Chyba	287	757,614	2,640	2	39	2,9372	a
Celkem	294	765,324	2,603	6	36	3,0507	a
				1	35	3,0674	a
				4	38	3,1404	a
				7	40	3,1571	a
				8	40	3,2372	a
				3	40	3,4264	a

Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že sledované znaky u vybraných kmenů jsou značně proměnlivé a nelze jednoznačně říct, který kmen je z hlediska výběru nejlepší. Například kmen číslo 3 měl nejvyšší HTS nažek na hlavním okolíku, ale nejnižší hmotnost nažek z rostliny. Nadprůměrné hodnoty měřených znaků měly kmeny 4, 8 a 1.

Vegetační období 2000–2001

Tento ročník měl sledované znaky velice variabil-

ní a prakticky všechny znaky kmenů byly statisticky rozdílné.

Analýza rozptylu pro výšku rostlin potvrdila velmi vysoký vliv kmenů jako zdroje její variability (tab. VII). Kmen 1 byl nejnižší (91,7 cm) a kmen 5 nejvyšší (100,3 cm). Následným testováním vznikly skupiny kmenů. Kmeny 7 a 5 lze považovat za nejvyšší, kmeny 1, 3 a 2 za nejnižší (tab. VII).

VII: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro výšku rostlin za vegetační období 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
kmen	7	3188,627	455,518 ***	1	34	91,74	a	a	a
Chyba	303	25303,245	83,509	3	40	91,83	a	a	a
Celkem	310	28491,871	91,909	2	40	92,23	a	a	ab
				6	40	94,78	ab	ab	abc
				4	39	96,97	bc	abc	abc
				8	40	98,18	bc	bc	abc
				7	40	98,90	c	bc	bc
				5	38	100,34	c	c	c

Při sledování hmotnosti nažek na rostlině bylo zjištěno, že kmeny byly statisticky velmi vysoce významným zdrojem její proměnlivosti (tab. VIII). Rozdíl mezi nejhorším a nejlepším kmenem zde byl trojnásobný,

kmen 7 s hmotností 3,1 g a kmen 3 měl hmotnost 10,9 g. Na základě následného testování lze kmeny 3 a 4 považovat za nejlepší (tab. VIII).

VIII: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro hmotnost nažek na rostlině za vegetační období 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
kmen	7	1753,209	250,458 ***	7	39	3,1075	a	a	a
Chyba	298	5158,924	17,312	6	39	3,6846	ab	ab	ab
Celkem	305	6912,133	22,663	1	34	4,0969	ab	abc	ab
				8	39	5,3219	bc	abc	abc
				2	39	6,0306	c	bcd	abc
				5	38	6,2618	cd	cd	bc
				4	39	7,9243	d	d	cd
				3	39	10,8851	e	e	d

Také v počtu nažek na rostlině byl zjištěn velmi vysoce průkazný vliv kmenů jako zdroje její variability (tab. IX). Následné testování vytvořilo skupiny kmenů, mezi nejlepší kmeny patřil kmen 3 a 4 (tab. IX).

Největšího počtu nažek dosáhl kmen 3 s 3308 nažkami na rostlině, nejmenšího počtu kmen 7 s 965 nažkami.

IX: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro počet nažek na rostlině za vegetační období 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
kmen	7	151423300,765	21631900,109 ***	7	39	964,8922	a	a	a
Chyba	298	500565755,950	1679750,859	6	39	1233,3935	ab	ab	ab
Celkem	305	651989056,715	2137669,038	1	34	1326,3462	ab	abc	ab
				8	39	1656,1984	bc	abcd	abc
				2	39	1757,2753	bc	bcd	abc
				5	38	2008,2985	cd	cd	bc
				4	39	2384,7436	d	d	cd
				3	39	3307,6268	e	e	d

Kmeny byly také statisticky velmi vysoce průkazným zdrojem proměnlivosti počtu nažek na hlavním okolíku (tab. X). Následným testováním vznikly sku-

piny a mezi nejlepší kmeny patřily kmen 5, který měl na hlavním okolíku 190 nažek a kmen 3 s 173 nažkami (tab. X).

X: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro počet nažek hlavního okolíku za vegetační období 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
kmen	7	246741,955	35248,851 ***	7	39	109,8974	a	a	a
Chyba	298	1190847,927	3996,134	6	39	112,2051	a	a	a
Celkem	305	1437589,882	4713,409	8	39	113,4359	a	a	a
				1	34	118,8529	a	a	a
				4	39	130,7436	a	a	ab
				2	39	130,7692	a	a	ab
				3	39	173,2308	b	b	bc
				5	38	190,3684	b	b	c

Statistický velmi vysoce průkazný vliv kmenů na variabilitu sledovaného znaku byl zjištěn také u hmotnosti nažek hlavního okolíku (tab. XI). Následné tes-

tování vytvořilo skupiny genotypů, kde nejlepší kmeny byly 3, 4 a 5 dosahující 0,7266 g, 0,6528 g a 0,6462 g nažek na hlavním okolíku (tab. XI).

XI: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro hmotnost nažek na hlavním okolíku za vegetační období 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
kmen	7	3,675	0,525 ***	1	34	0,3932	a	a	a
Chyba	298	16,712	0,056	7	39	0,4304	ab	ab	a
Celkem	305	20,387	0,067	8	39	0,4663	abc	ab	a
				6	39	0,5264	bc	abc	ab
				2	39	0,5651	cd	bc	abc
				5	38	0,6462	de	bc	bc
				4	39	0,6528	de	bc	bc
				3	39	0,7266	e	c	c

Hmotnost tisíce semen hlavního okolíku byla kmeny statisticky velmi vysoce významně ovlivněna (tab. XII). Mezi nejlepší kmeny dle výsledků násled-

ného testování patřily kmeny 4 a 6, které měly HTS na hlavním okolíku 5,3644 g a 4,7197 g (tab. XII).

XII: Analýza rozptylu a mnohonásobná porovnávání pro HTS hlavního okolíku za vegetaci 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec	kmen	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
kmen	7	115,979	16,568 ***	1	34	3,2836	a	a	a
Chyba	298	420,525	1,411	5	38	3,4686	a	ab	a
Celkem	305	536,504	1,759	7	39	4,1224	b	bc	ab
				8	39	4,1266	b	bc	ab
				3	39	4,4098	bc	c	b
				2	39	4,4656	bc	c	b
				6	39	4,7197	c	cd	bc
				4	39	5,3644	d	d	c

Z výsledků lze usoudit, že v této sezoně byly nejlepší kmeny označené číslem 3 a 4, které nejčastěji dosáhly ve sledovaných znacích nejlepších výsledků ze šlechtitelského hlediska. Mezi nejhorší kmeny patří genotypy 7 a 1.

Společné hodnocení vegetačních období 1999–2000 a 2000–2001

Při sledování znaků obou sezon bylo dosaženo těchto výsledků:

Výška rostlin byla statisticky velmi vysoce ovlivněna ročníkem, průkazně kmeny (tab. XIII.1). Následné testování potvrdilo statisticky velmi vysoký vliv ročníků (tab. XIII.2) a dále vytvořilo tři skupiny kmenů dle výšky, při 95% pravděpodobnosti. Nejvyšší kmen byl kmen 5 (82,2 cm), nejnižší byl kmen 1 (79,9 cm) (tab. XIII.3).

XIII.1: Analýza rozptylu pro výšku rostlin v letech 1999–2000 a 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec
rok	1	115354,101	115354,101 ***
kmen	7	1289,435	184,205 *
Interakce 2. řádu	7	4043,547	577,650 ***
rok x kmen	7	4043,547	577,650 ***
Chyba	592	42548,674	71,873
Celkem	607	164330,941	270,726

XIII.2: Mnohonásobná porovnávání výšky rostlin z pohledu ročníků

Skupina	Příp.	Průměr	Srovnání	Rozdíl	Směr. chyba	q Stat	Tabulka q 95 %	Tabulka q 99 %	Tabulka q 99,9 %	Výsledek
1	297	67,97	1–2	–27,6861	0,5099	54,2919	2,7774	3,6543	4,6763	***
2	311	95,66								

a
b

XIII.3: Mnohonásobná porovnávání výšky rostlin z pohledu kmenů

Skupina	Příp.	Průměr	95%	99%
1	69	79,88	a	a
7	80	80,88	a	a
6	76	80,99	a	a
2	79	81,23	a	a
3	80	81,95	ab	a
8	80	82,74	ab	a
4	79	82,78	ab	a
5	65	87,22	b	a

Sledovaný znak hmotnost nažek na rostlině byl statisticky velmi vysoce průkazně ovlivněn jak ročníkem, tak kmeny (tab. XIV.1). Velmi vysoce průkazná rozdílnost ročníků byla potvrzena mnohonásobným

porovnáváním (tab. XIV.2). Jako nejlepší kmeny se pomocí následného testování ukázaly kmen 3 a 4 s 5,6289 g a 4,4209 g nažek na rostlině (tab. XIV.3).

XIV.1: Analýza rozptylu pro hmotnost nažek na rostlině v letech 1999–2000 a 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec
rok	1	4017,485	4017,485 ***
kmen	7	867,996	123,999 ***
Interakce 2. řádu	7	897,072	128,153 ***
rok x kmen	7	897,072	128,153 ***
Chyba	585	5606,485	9,584
Celkem	600	11406,269	19,010

XIV.2: Mnohonásobná porovnávání hmotnosti nažek na rostlině z pohledu ročníků

Skupina	Příp.	Průměr	Srovnání	Rozdíl	Směr. chyba	q Stat	Tabulka q 95 %	Tabulka q 99 %	Tabulka q 99,9 %	Výsledek
1	295	0,7598	1–2	–5,1829	0,2024	25,6068	2,7774	3,6544	4,6766	***
2	306	5,9427								

XIV.3: Mnohonásobná porovnávání hmotnosti nažek na rostlině z pohledu kmenů

Skupina	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
7	79	1,8071	a	a	a
6	75	2,1714	ab	a	ab
1	69	2,4695	ab	ab	ab
8	79	3,1149	abc	abc	ab
2	78	3,4410	bc	abc	abc
5	65	4,1079	c	bcd	abc
4	77	4,4209	cd	cd	bc
3	79	5,6289	d	d	c

Analýza variance pro počet nažek na rostlině potvrdila statisticky velmi vysoce průkazné rozdíly vlivem ročníků i kmenů (tab. XV.1). Mnohonásobné porovnávání potvrdilo velmi vysoce průkazné rozdíly ro-

níků (tab. XV.2). Podle následného testování lze za nejlepší kmeny označit kmeny č. 3 a 4, které měly 1718 a 1328 nažek (tab. XV.3).

XV.1: Analýza rozptylu pro počet nažek na rostlině v letech 1999–2000 a 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec
rok	1	383561670,394	383561670,394 ***
kmen	7	74219849,759	10602835,680 ***
Interakce 2. řádu	7	78235529,161	11176504,166 ***
rok x kmen	7	78235529,161	11176504,166 ***
Chyba	585	537423033,273	918671,852
Celkem	600	1075289088,571	1792148,481

XV.2: Mnohonásobná porovnávání počtu nažek na rostlině z pohledu ročníků

Skupina	Příp.	Průměr	Srovnání	Rozdíl	Směr. chyba	q Stat	Tabulka q 95 %	Tabulka q 99 %	Tabulka q 99,9 %	Výsledek
1	295	235,6203	1–2	–1601,8704	61,9189	25,8705	2,7774	3,6544	4,6766	***
2	306	1837,4908								

XV.3: Mnohonásobná porovnávání počtu nažek na rostlině z pohledu kmenů

Skupina	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
7	79	559,5544	a	a	a
6	75	729,2180	ab	ab	ab
1	69	792,8372	ab	abc	ab
8	79	988,8068	bc	abc	ab
2	78	1017,5736	bc	abc	ab
5	65	1272,7591	c	bcd	abc
4	77	1327,9740	cd	cd	bc
3	79	1717,8284	d	d	c

Rozdíly v počtu nažek na hlavním okolíku byly statisticky velmi vysoce průkazně ovlivněny ročníkem i kmeny (tab. XVI.1). Velmi vysoce průkazná rozdílnost ročníků byla potvrzena mnohonásobným porov-

náváním (tab. XVI.2). Následné testování tříděné podle kmenů vytvořilo jejich skupiny a jako nejlepší byly označeny kmeny 5 a 3, které dosáhly 130 a 108 nažek na hlavním okolíku (tab. XVI.3).

XVI.1: Analýza rozptylu pro počet nažek hlavního okolíku v letech 1999–2000 a 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec
rok	1	938064,473	938064,473 ***
kmen	7	117404,833	16772,119 ***
Interakce 2. řádu	7	161262,980	23037,569 ***
rok x kmen	7	161262,980	23037,569 ***
Chyba	585	1567728,056	2679,877
Celkem	600	2808307,987	4680,513

Skupina	Příp.	Průměr	Srovnání	Rozdíl	Směr. chyba	q Stat	Tabulka q 95 %	Tabulka q 99 %	Tabulka q 99,9 %	Výsledek
1	295	54,9932	1–2	–80,0264	3,2033	24,9824	2,7774	3,6544	4,6766	***
2	306	135,0196								

Skupina	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
6	75	76,6533	a	a	a
7	79	81,7595	ab	ab	a
8	79	85,6076	ab	ab	a
1	69	92,0290	abc	ab	ab
2	78	95,7051	abc	ab	ab
4	77	100,8312	bc	abc	ab
3	79	108,3544	cd	bc	ab
5	65	129,6769	d	c	b

ny snížilo statistickou průkaznost na vysoce průkazný rozdíl (tab. XVII.3). Mezi nejlepší kmeny dle následného testování lze zařadit kmeny 4 a 3 s 0,4445 g a 0,4363 g nažek na hlavním okolíku.

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec
rok	1	21,208	21,208 ***
kmen	7	1,766	0,252 ***
Interakce 2. řádu	7	2,282	0,326 ***
rok x kmen	7	2,282	0,326 ***
Chyba	585	22,097	0,038
Celkem	600	47,592	0,079

Skupina	Příp.	Průměr	Srovnání	Rozdil	Směr. chyba	q Stat	Tabulka q 95 %	Tabulka q 99 %	Tabulka q 99,9 %	Výsledek	
1	295	0,1753	1–2	–0,3779	0,0121	31,3484	2,7774	3,6544	4,6766	***	a
2	306	0,5532									b

XVII.3: Mnohonásobná porovnávání hmotnosti nažek na hlavním okolíku z pohledu kmenů

Skupina	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
7	79	0,3039	a	a	a
1	69	0,3057	a	a	a
8	79	0,3186	a	ab	a
6	75	0,3297	a	abc	a
2	78	0,3720	ab	bc	a
5	65	0,4347	b	bc	a
3	79	0,4363	b	c	a
4	77	0,4445	b	c	a

Analýza variance pro HTS na hlavním okolíku prokázala také velmi vysoce průkazné ovlivnění sledovaného znaku jak ročníky, tak i kmeny (tab. XVIII.1). Mnohonásobné porovnávání opět potvrdilo velmi

vysokou průkaznost rozdílů ročníků (tab. XVIII.2). Kmeny 4, 6 a 3 lze dle následného testování označit za nejlepší (tab. XVIII.3). Tyto kmeny měly HTS hlavního okolíku 4,2668 g, 3,9186 g a 3,9119 g.

XVIII.1: Analýza rozptylu pro HTS hlavního okolíku v letech 1999–2000 a 2000–2001

Zdroj variability	St. vol.	Součet čtverců	Průměrný čtverec
rok	1	200,258	200,258 ***
kmen	7	71,357	10,194 ***
Interakce 2. řádu	7	52,331	7,476 ***
rok x kmen	7	52,331	7,476 ***
Chyba	585	1178,139	2,014
Celkem	600	1497,208	2,495

XVIII.2: Mnohonásobná porovnávání HTS hlavního okolíku z pohledu ročníků

Skupina	Příp.	Průměr	Srovnání	Rozdíl	Směr. chyba	q Stat	Tabulka q 95 %	Tabulka q 99 %	Tabulka q 99,9 %	Výsledek
1	295	3,1228	1–2	–1,1405	0,0851	13,4088	2,7774	3,6544	4,6766	*** a
2	306	4,2633								

XVIII.3: Mnohonásobná porovnávání HTS hlavního okolíku z pohledu kmenů

Skupina	Příp.	Průměr	95%	99%	99,9%
1	69	3,1739	a	a	a
5	65	3,2176	ab	a	a
7	79	3,6336	abc	ab	ab
8	79	3,6763	abc	ab	ab
2	78	3,7014	bc	ab	ab
3	79	3,9119	cd	b	ab
6	75	3,9186	cd	b	ab
4	77	4,2668	d	b	b

DISKUSE

Z dvouletých výsledků vyplývá, že všechny sledované znaky jsou silně závislé na ročníku.

Pro lepší posouzení sledovaných kmenů v jednotlivých vegetačních obdobích byly jejich dosažené výsledky ve sledovaných znacích ohodnoceny bodově. Z každého sledovaného znaku mohly genotypy získat 1 až 8 bodů a to podle toho, do jaké skupiny genotypů byly při $p = 0,05$ zařazeny. Nejvíce bodů získal nejlepší genotyp nebo skupina ve sledovaném znaku. V případě, že při uvedené pravděpodobnosti vznikla skupina kmenů, byly kmeny v této skupině obodovány stejnou hodnotou odpovídající průměrné hodnotě, kterou by získal nejlepší a nejhorší genotyp ze skupiny. Tam, kde u sledovaného znaku nevznikla skupina genotypů, byly genotypy bodovány jen podle dosaženého pořadí. Toto hodnocení bylo provedeno jak pro jednotlivé ročníky, tak i pro ročníky společně.

Víceleté hodnocení bude využito pro výběr nej-

vhodnějších genotypů zařazených do výchozího šlechtitelského materiálu.

Ve vegetačním období 1999/2000 dosáhly nejvíce bodů (byly nejčastěji nejlépe hodnoceny) kmeny 8, 1 a 4. Jako nejhorší kmeny byly označeny genotypy 5, 3 a 6.

V následujícím vegetačním období 2000/2001 se mezi nejlepší genotypy zařadily kmeny 3, 4 a 5. Mezi nejhorší patřily kmeny 8, 7 a 1.

Z uvedených výsledků, literárních zdrojů a praxe vyplývá, že registrované odrůdy kmínu kořenného a stejně tak sledované kmeny (genotypy) byly značně proměnlivé, a to zejména z hlediska ročníků (např. kmen 8 ve vegetačním období 1999/2000 mezi nejlepšími, ve vegetačním období 2000/2001 mezi nejhoršími). Proto je vhodné hodnotit šlechtitelské materiály kmínu kořenného z hodnot získaných z pozorování více let. Z hodnocení víceletých výsledků vyplynulo, že mezi nejlepší kmeny patřily kmeny 3, 4 a 5, mezi nejhorší 6, 1 a 7.

SOUHRN

Cílem práce bylo selektovat nejvhodnější genotypy kmínu kořenného, jako výchozího šlechtitelského materiálu, z kolekce osmi rozdílných genotypů. Jako selekční kritéria byly hodnoceny tyto znaky: počet nažek na rostlině, hmotnost nažek na rostlině, HTS na rostlině, počet nažek na jednotlivých řádech okolíků, hmotnost nažek na jednotlivých řádech okolíků, HTS na jednotlivých řádech okolíků, počet okolíků na hlavním okolíku a počet okolíků jednotlivých řádů. Hodnoty jednotlivých znaků byly statisticky zhodnoceny jak z hlediska jednotlivých sklizňových ročníků, tak z hlediska víceletého pozorování. Mezi nejlepší genotypy byly na základě statisticky zhodnocených výsledků vybrány kmeny 3, 4 a 5, vyznačující se vysokou hmotností i počtem nažek na rostlině i na hlavním okolíku i HTS. Tyto vybrané kmeny budou využity k šlechtitelské práci pro tvorbu nové odrůdy kmínu.

kmín, šlechtění, genotypy, selekce, Kepron, odrůda, neopadavost, nažka

Tyto práce byly finančně podpořeny granty NAZV č. EP 7043: „Biodiverzita kmínu kořenného (*Carum carvi* L.) a možnosti jeho využití v integrované rostlinné produkci“ a č. QF 4056: „Využití stávajících odrůd kmínu kořenného (*Carum carvi* L.) a nových metod v jeho šlechtění pro zvýšení kvalitativních a kvantitativních parametrů.“

LITERATURA

- BERANOVÁ, M.: Zemědělství starých Slovanů. Academia, nakladatelství České akademie věd, Praha, 1980, 217–219.
- FIŠEROVÁ, H., KLEMŠ, M.: Fyziologická charakteristika registrovaných odrůd kmínu kořenného. Sborník referátů MZLU Brno, 1999, 27–33.
- FIŠEROVÁ, H., KLEMŠ, M., KOCOURKOVÁ, B., SEDLÁKOVÁ, J., ŠMIROUS, P., LOJKOVÁ, L.: Phytohormonal changes during the dormancy period of caraway *Carum carvi* L. achenes. Book of abstracts of “IXth Days of Plant Physiology”, České Budějovice, 17.–21. 9. 2001, 130.
- GREGOR, Mc., S. E.: Insect Pollination Of Cultivated Crop Plants. USDA, 1976, [cit 23. 11. 2004], <<http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/>>.
- HÁJEK, K.: Šlechtění kmínu a předpoklad dalšího vývoje. Sborník ze semináře Perspektivy uplatnění kmínu v zemědělství ČR, MZLU Brno, 1996, 18–20.
- KOCOURKOVÁ, B.: Biologie a agrotechnika kmínu kořenného. Sborník ze semináře Perspektivy uplat-

- nění kmínu v zemědělství ČR, MZLU Brno, 1996, 11–14.
- KOCOURKOVÁ, B., FIŠEROVÁ, H.: Biodiverzita registrovaných odrůd kmínu kořeného. Tematická příloha Kmín. Úroda 3/2001, 2–3.
- NÉMETH, E.: Caraway. The Genus *Carum*, Harwood Academic Publishers, the Netherlands, 1998, 195 s., ISBN: 90-5702-395-4.
- ROON, E. VAN, BLEIJENBERG, H.I.: Breeding Caraway for Non-Shattering Seed. Euphytica, 1964, 13: 281–293.
- ŠMIROUS, P. ml.: Variabilita morfologických a kvalitativních znaků kmínu kořeného. Diplomová práce. MZLU Brno, 1999.
- Canadian Biodiversity Information Facility, Integrated Taxonomic Information System (ITIS) [online]. c2003, poslední revize 10. 11. 2004, [cit 23. 11. 2004], <<http://www.cbif.gc.ca/pls/itisca>>.
- Společný katalog odrůd druhů zemědělských rostlin, Brno, Ústřední a kontrolní ústav zemědělský, 22. úplné vydání Společného katalogu odrůd zemědělských rostlin k 16. 4. 2003 včetně 9. a 10. dodatku [online]. c2003, poslední revize 16. 11. 2004, [cit 23. 11. 2004], <http://www.ukzuz.cz/index_oov.php?id=akatalog>.

Adresa

Ing. Prokop Šmirous, Ph.D., Ing. Blanka Kocourková, CSc., Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: prokop@agritec.cz