

THE GROWTH OF COTYLEDONARY BUDS OF PEA (*Pisum sativum* L.)

RŮST DĚLOŽNÍCH PUPENŮ HRACHU (*Pisum sativum* L.)

Mikušová Z., Hradilík J.

Ústav biologie rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: ZMikusova@seznam.cz, hradilik@mendelu.cz

ABSTRACT

The aim of this work was to study influence of three factors on growth of the pea (*Pisum sativum* L.) seedlings cotylars: 1. influence of the plants density (number of plants per container with volume 0,74 l), three variant with 32, 55 and 80 plants were followed, 2. influence of the variety, 17 varieties were folowed, 3. influence of the left cotyledon reduction, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ or 1 whole cotyledon was removed. It was shown, that influences the plants density is not considerable, but it is impossible to exclude it entirely. Furthermore the influence of the variety on root and cotylars lenght and % portion of the cotylares growing in the axil kept or removed cotyledon or at the both cotyledons was confirmed. The influence of the cotyledon reduction was confirmed too. It was found, that the influence of the cotyledon growing abore removing cotyledon is changed for the benefit of the cotylars growing above keeping cotyledon with size of keeping part of the cotyledon.

Keywords: apical dominance, cotyledons, correlation, pea (*Pisum sativum* L.), cultivars

ABSTRAKT

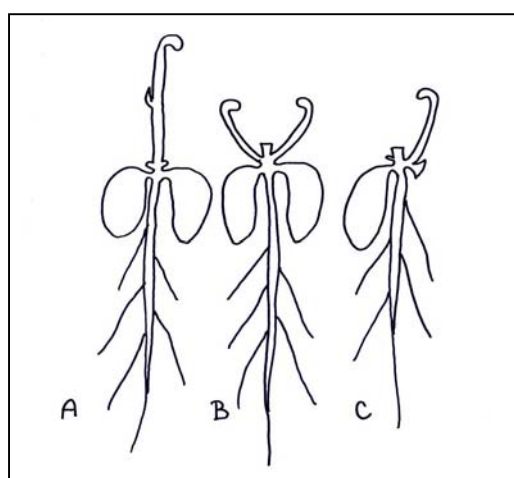
Cílem práce bylo studovat vliv tří faktorů na růst děložních pupenů klíčících rostlin hrachu (*Pisum sativum* L.): **1.** vliv hustoty (počtu rostlin v kultivační nádobě o objemu 0,74 l) rostlin, kdy byly sledovány tři varianty s 32, 55 a 80 rostlinami; **2.** vliv odrůdy, kdy bylo sledováno 17 odrůd; **3.** vliv redukce levé dělohy, kdy byla odstraněna $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ nebo 1 celá děloha. Ukázalo se, že vliv hustoty rostlin není výrazný, avšak nelze jej zcela vyloučit. Dále byl potvrzen vliv odrůdy na délku kořene a kotylárů i na podíl (%) kotylárů rostoucích u dělohy ponechané, odstraněné nebo u obou děloh, a také vliv redukce dělohy. Bylo zjištěno, že s velikostí ponechané části dělohy se mění frekvence růstu kotylárů u dělohy odstraněné ve prospěch kotylárů rostoucích u dělohy ponechané.

Klíčové slova: apikální dominance, dělohy, korelace, hrách (*Pisum sativum* L.), odrůdy

ÚVOD

Jednotlivé části intaktních rostlin jsou ve specifických vzájemných vztazích, které nazýváme korelace rostlinného růstu. Jsou základním projevem celistvosti (integrity) rostlin. Nejpodrobněji studovaná růstová korelace je, vzhledem ke svému významu pro regulaci větvení rostlin, apikální dominance, tj. nadvláda vrcholu lodyhy nad postranními pupeny, popř. nadvláda kořene nad postranními kořeny. K nejvýznamnějším modelům pro výzkum apikální dominance patří klíčící rostliny hrachu. V této práci byly na klíčících rostlinách hrachu sledovány dnes už klasické korelace mezi dělohou a jejími úžlabními pupeny, které v roce 1908 objevil a popsal prof. Dostál (viz.obrázek 1).

Obr. 1 apikální dominance a korelační vliv dělohy u hrachu (podle Dostála 1908, 1959)



A - intaktní rostlina, oba děložní pupeny inhibovány lodyžním vrcholem, B - po dekapitaci rostou určitou dobu současně oba děložní pupeny, C - po dekapitaci a odstranění jedné dělohy roste pouze pupen u dělohy odstraněné

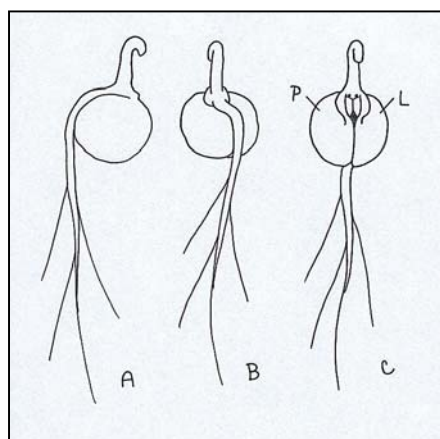
Protože v průběhu řešení problematiky apikální dominance a korelační funkce dělohy u hrachu byla různými autory nezávisle na sobě použita celá řada odrůd, například Victoria (Dostál 1939, 1941), Raman (Hradilík, Šebánek 1970; Tan, Šebánek 1982), Bohatýr (Hradilík et al. 1985), Smaragd (Hradilík et al. 1986; Hradilík, Fišerová 1993) nebo Vladan (Blažková et al. 1999), ke kterým se v posledních letech přidávají ještě různí mutanti s geneticky pozměněnými vlastnostmi, např. se zvýšeným větvením, jako jsou *ramousus* (*rms*) mutanti (Beveridge 1994, 1996, 2000) nebo *bushy* mutanti (Symons et al. 2002), bylo jedním z cílů této práce studovat vliv různých genotypů hrachu na růst kotylárních pupenů. Dále byl sledován vliv redukce dělohy na růst kotylárů a v rámci optimalizace použité metodiky (Tan, Šebánek 1982) byl v první fázi práce proveden také experiment zkoumající vliv hustoty rostlin v nádobě.

MATERIÁL A METODIKA

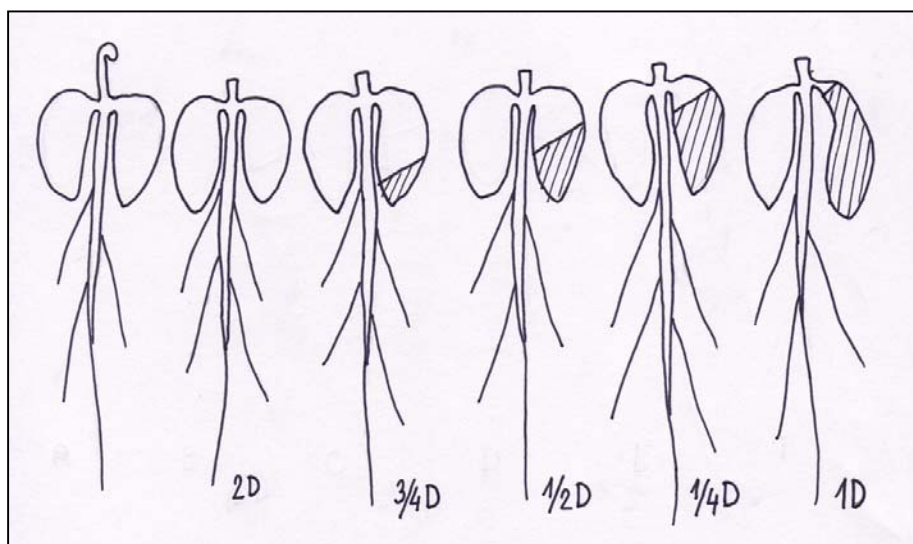
Byly provedeny tři pokusy s klíčícími rostlinami hrachu: 1. Vliv hustoty rostlin, kdy byly sledovány tři varianty s 32, 55 a 80 rostlinami; 2. Vliv odrůdy, kdy bylo sledováno 17 odrůd; 3. Vliv redukce levé dělohy, kdy byla odstraněna $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ nebo 1 celá děloha. Ve všech experimentech byly použity čtyřdenní rostliny hrachu napěstované na klíčidlech, popř.

v perlitu ve tmě při teplotě 20°C. Čtyřdenní rostliny byly buď ponechány intaktní nebo byly dekapitovány. Dekapitovaným rostlinám byla levá děloha (při pohledu na rostlinu ze předu, je to děloha po pravé ruce - viz. obrázek 2.) buď ponechána (2D) nebo redukována o $\frac{1}{4}$ ($\frac{3}{4}D$), $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2}D$), $\frac{3}{4}$ ($\frac{1}{4}D$) nebo úplně odstraněna (1D) (viz. obrázek 3). Takto ošetřené rostliny byly pěstovány v nádobkách s destilovanou vodou ve tmě při teplotě 20°C a to tak, že kořínky byly protaženy perforovanými víčky do vody. Z naměřených hodnot délek byly vypočítány průměry a střední chyby, stejně jako z opakování u podílů (%) kotylárů rostoucích u dělohy ponechané (pravé), odstraněné (levé) a u obou děloh. Hodnoty byly vyneseny do grafů v programu Excel. Ve třetím experimentu byly také vypočítány regresní koeficienty a koeficienty korelace.

Obr. 2 Znázornění klíčnic rostlin Obr. 3 Znázornění variant použitých klíčnic rostlin



A: klíčnic rostlina hrachu z boku, B: klíčnic rostlina hrachu ze zadu, C: klíčnic rostlina hrachu ze předu, P: pravá děloha, L: levá děloha



V prvním experimentu byly dekapitované rostliny 2D, 1D a $\frac{1}{2}D$ odrůdy Power pěstovány po 32, 55 nebo 80 rostlinách na nádobu o objemu 0,74 l. Po sedmi dnech byla měřena délka kotylárů u 50 rostlin. U rostlin 1D a $\frac{1}{2}D$ byl vyhodnocen také podíl (%) kotylárů rostoucích u dělohy ponechané (pravé), u dělohy redukované (levé) a u obou děloh u 3x50 rostlin.

Ve druhém experimentu byly použity odrůdy: Algera, Citrina, HM6, Oskar, Moravan, Olivín (osivo získáno z Agritec s. r. o., Šumperk), Kamelot, Tempra, Jackpot, Sponzor, Terno, Gotik, Power, Canis, Baryton (osivo získáno ze zásob ÚKZÚZ, Brno), Torsdag a jeho *rms-4* mutant (osivo získáno na MZLU). V první variantě byly použity intaktní rostliny, ve druhé rostliny 2D a ve třetí rostliny 1D. Byly pěstovány po 55 rostlinách na nádobu. Po sedmi dnech byla měřena délka kotylárů u 50 rostlin. Ve třetí variantě byl u všech odrůd s výjimkou Torsdagu a jeho mutantu *rms-4* vyhodnocen také podíl (%) kotylárů rostoucích u dělohy ponechané (pravé), u dělohy redukované (levé) a u obou děloh u 3x50 rostlin.

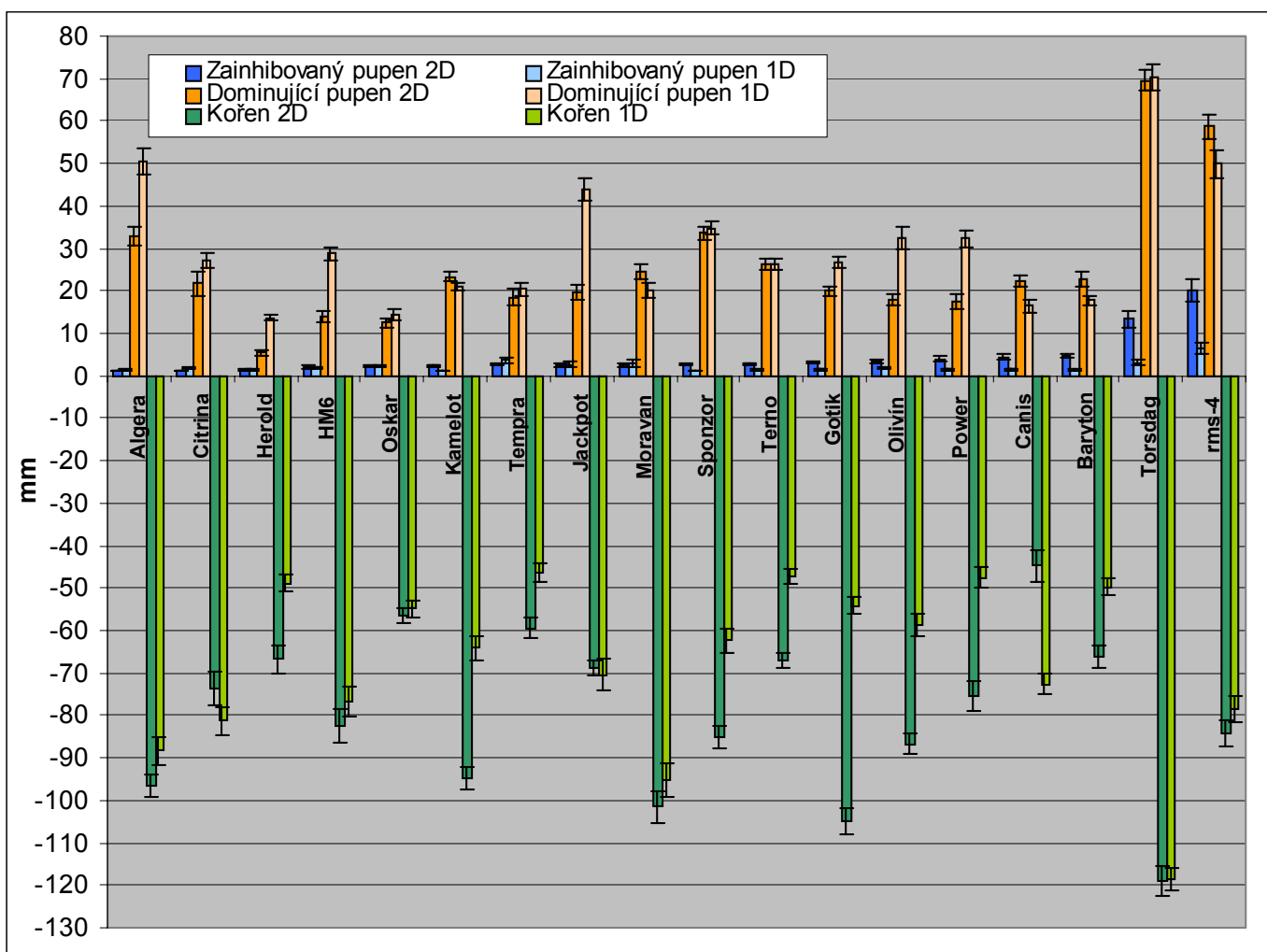
Ve třetím experimentu byly použity dekapitované rostliny 2D, 1D, 1/4D, 1/2D a 3/4D odrůdy Oskar. Po sedmi dnech pěstování za stejných podmínek jako v předchozím pokusu byl vyhodnocen podíl (%) kotylárů rostoucích u dělohy ponechané (pravé), u dělohy redukované (levé) a u obou děloh u 4x50 rostlin.

VÝSLEDKY A DISKUZE

V prvním experimentu byly zaznamenány rozdíly mezi nádobami s 32, 55 a 80 rostlinami, zejména v délce dominantního pupene u 2D a 1/2D rostlin a v délce kořene u 1D a 1/2D rostlin. V podílu (%) kotylárů nebyly mezi nádobami s 32, 55 a 80 rostlinami výrazné rozdíly.

Ve druhém experimentu byly zaznamenány průkazné rozdíly mezi odrůdami jak v délce tak i v podílu (%) kotylárů u 2D a 1D rostlin. Růst kotylárů u intaktních rostlin nebyl po sedmi dnech zaznamenán u žádné odrůdy. U rostlin 2D dorůstal zainhibovaný pupen největší délky u *rms-4* mutantu (průměrně 20 mm), odrůdy Torsdag (13 mm) a Baryton (4,7 mm), nejkratší byl u Algery (1,1 mm). Dominující pupen byl nejdelší u odrůdy Torsdag (70 mm), *rms-4* mutantu (59 mm), Sponzoru (34 mm) a Algery (33 mm), nejkratší byl u Oskaru (13 mm). Nejdelší kořen měla odrůda Torsdag (119 mm) a nejkratší Canis (44 mm). Při odstranění dělohy se u většiny odrůd jevila tendence ke zkrácení kořene (u 10 odrůd) a zainhibovaného pupene (u 10 odrůd), s tím že čím byl tento pupen u 2D rostlin delší, tím výraznější bylo jeho zkrácení u 1D rostlin (u *rms-4* mutantu na 6,5 mm, u Torsdagu na 3,2 mm a u Barytonu na 1,3 mm). Naopak u dominantního pupene docházelo k prodloužení (u 8 odrůd).

Obr. 4 Vliv odrůdy na růst kotylárů



Nejvyšší podíl (%) pupenů rostoucích na straně ponechané dělohy byl u odrůdy Tempra (17%) a Jackpot (15%) a nejnižší u odrůdy Gotik a Moravan (0%). Nejvíce pupenů rostoucích u obou děloh bylo u Olivínu (7,4%) a Tempry (7%), nejméně u Poweru a Terna (0%). Nejvíce pupenů rostoucích u dělohy odstraněné bylo u odrůd Moravan a Gotik (99%) a nejméně u Tempry (76%), Jackpota (82%) a Olivínu (87%).

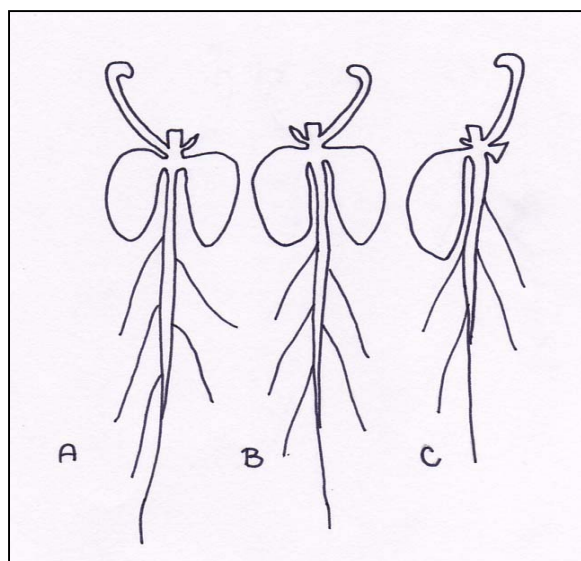
Tab. 1 Frekvence prorůstání kotylárů u 1D rostlin

	Tempra	Jackpot	Olivín	Canis	Sponzor	Oskar	Power	Terno	Algera	Baryton	HM6	Kamelot	Citrina	Gotik	Moravan
LK (%)	76,0	82,0	87,3	90,7	90,7	93,0	93,3	94,0	95,3	95,3	95,3	96,0	96,7	98,7	99,3
PK (%)	17,0	14,7	3,3	5,3	8,7	5,0	6,7	6,0	3,3	2,7	2,0	2,7	1,3	0,0	0,0
OK (%)	7,0	3,3	9,3	4,0	0,7	2,0	0,0	0,0	1,3	2,0	2,7	1,3	2,0	1,3	0,7

LK - kotylár dělohy ponechané (pravé), PK - kotylár dělohy odstraněné (levé), OK - oba kotyláry

Výsledky získané v pokusech s dekapitovanými rostlinami s ponechanými dělohami jsou poněkud v rozporu výsledky uváděnými v některých pracích. Dostál (1908, 1959) a po něm také jiní autoři (Kořínek 1922; Šebánek 1966; Hradilík 1994) uvádí, že nejprve po určité době rostou oba kotyláry a pak teprve jeden převládne v růstu. U odrůd použitých v této práci dominující kotylár inhiboval druhý (zainhibovaný) kotylár tak silně, že zpravidla dorostl délky jen 1 až 3 mm, jak znázorňuje obrázek č. 5.

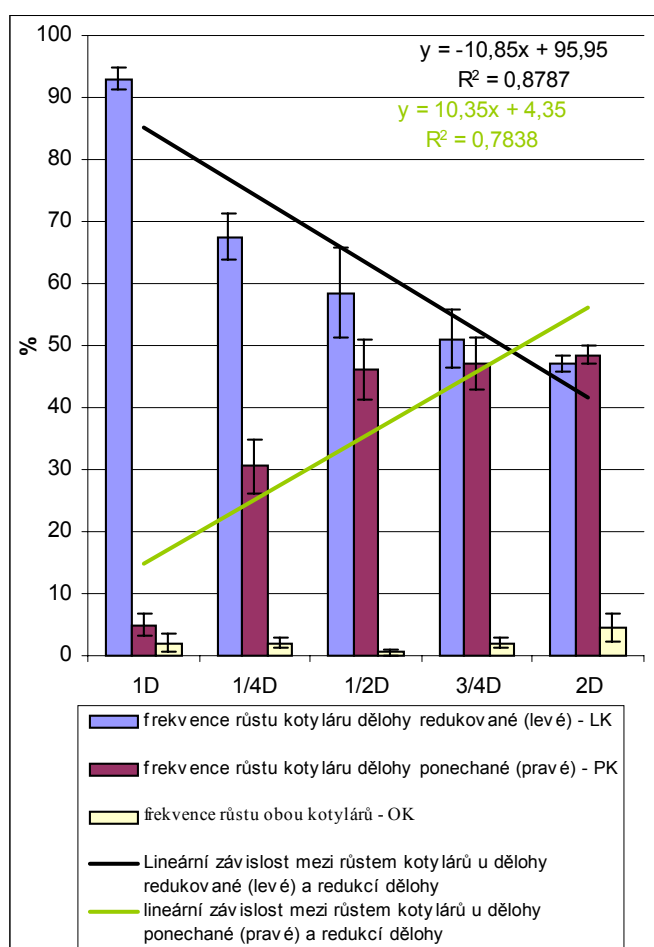
Obr. 5 Růst kotylárů u klíčících rostlin hrachu



A, B - po dekapitaci roste děložní pupen u jedné nebo u druhé dělohy, C - po dekapitaci a odstranění jedné dělohy roste pouze pupen u dělohy odstraněné

Ve třetím experimentu byl nejvyšší podíl kotylárů rostoucích u dělohy redukované (levé) je u rostlin 1D (93%) a nejmenší u 2D (47%). Nejvyšší podíl kotylárů rostoucích u dělohy ponechané (neredukované, pravé) byl u 2D (49%) a nejnižší u 1D (5%). Růst obou kotylárů byl od 0,5 do 4,5%. Ukázala se zde silná negativní závislost mezi redukcí dělohy a četností kotylárů rostoucích u dělohy odstraněné a naopak silná pozitivní závislost redukce dělohy s růstem kotylárů u dělohy ponechané (viz obrázek č. 6). Tyto výsledky doplňují výsledky z dřívější práce (Hradilík 1994), ve které byl také zmíněn vliv částečné redukce dělohy na růst děložních pupenů.

Obr. 6 Vliv redukce děloh na růst kotylárů



ZÁVĚR

Výsledky prvního experimentu ukázaly, že vliv hustoty rostlin na růst kotylárů není nijak výrazný, avšak nelze jej zcela vyloučit. Proto bylo doporučeno používat pro všechny varianty pokusu stejný počet rostlin na nádobu. Ve druhém experimentu bylo potvrzeno, že odrůda může mít určitý vliv jak na délku kotylárů, tak i na podíl (%) kotylárů rostoucích na straně dělohy ponechané, odstraněné nebo u obou děloh. U některých odrůd inhibovala děloha růst svého pupenu úplně, ale u jiných jen zčásti, takže určitá část (max. 17%) kotylárů rostla u dělohy ponechané. Bylo zjištěno, že i v případě kdy jsou ponechány obě dělohy jeden z kotylárů velmi rychle převládne v růstu a inhibuje růst kotyláru druhého, takže zainhibovaný kotylár dorůstá zpravidla délky jen 1 až 3 mm. Pokud byla ponechána pouze jedna děloha byla tato inhibice pouze ještě více zesílena. V posledním experimentu, kdy byl zkoumán vliv redukce dělohy u odrůdy Oskar, byl jasně dokázán vliv velikosti ponechané části redukované dělohy. Ukázalo se, že čím větší je ponechaná část redukované dělohy, tím méně rostou kotyláry nad dělohou redukovanou a více rostou nad dělohou ponechanou (max. 50%).

LITERATURA

- Barák J., Brouzdal P. (2004): Proč se to nepovedlo tak, jak jsme doufali. *Plant, Soil and Environment*, 40(8): 253-256.
- Beveridge, C. A., Ross, J. J., Murfet, I. C. (1994): Branching mutant *rms2* in *Pisum sativum*. Grafting studies and endogenous indole-3-acetic acid levels. *Plant Physiol.*, 104: 953-959.
- Beveridge, C. A., Ross, J. J., Murfet, I. C. (1996): Branching in pea. Action of genes *Rms3* a *Rms4*. *Plant Physiol.* 110: 859-865.
- Beveridge, C. A., Symons, G. M., Turnbull, C. G. N. (2000): Auxin inhibition of decapitation induced branching is dependent on graft-transmissible signals regulated by genes *Rms1* a *Rms2*. *Plant Physiol.* 123: 689-697.
- Blažková, J., Krekule, J., Macháčková, I., Procházka, S. (1999): Auxin and cytokinins in the Control of Apical Dominance in Pea - a Differential Response Due to Bud Position. *J. Plant Physiol.*, 154: 691-696.
- Dostál, R. (1908): Korelační vztahy u klíčních rostlin Papilionaceí. *Rozpr. Čes. Akad. tř. II.* 17:1-44.
- Dostál, R. (1939): Über die Auslösung der Korrelation zwischen den KOTYLAREN von *Pisum sativum*. Sonderabdruck aus den Betichten der Deustchn Botanichen Gesellschaft, Band LVII, Heft 6.
- Dostál, R. (1941): Wuchsstoffstudien betreffend die Korrelationen zwischen Wurzel und Spross bei *Pisum sativum*. *Práce Moravské přírodovědecké společnosti, svazek XIII., Spis 5.*
- Dostál, R. (1959): Další experimentálně morfologické studie. *Práce Brněnské zákl. ČSAV*, 31: 1-76.
- Hradilík, J. (1994): Pea (*Pisum sativum* L.) seedlings as a model for studies on plant integrity. *Biol. plant. (Suppl.)* 36: 69.
- Hradilík, J., Fišerová (1993): Vliv syntetických regulátorů na růstové korelace u klíčních rostlin hrachu (*Pisum sativum* L.). *Acta univ. agriculturae, sborník Vysoké školy zemědělské v Brně (řada A)*, 1-2: 88-102.
- Hradilík, J., Fišerová, H., Šalanský, I. (1985): Correlation between the axillary bud and the cotyledon of pea (*Pisum sativum* L.) seedlings and values of tissue impedance. *Acta univ. agriculturae, sborník Vysoké školy zemědělské v Brně (řada A)*, 3: 607-613.
- Hradilík, J., Fišerová, Vejrosta, J. (1986): Stanovení etylénu produkovaného klíčními rostlinami hrachu po jejich dekapitaci. *Acta univ. agriculturae, sborník Vysoké školy zemědělské v Brně (řada A)*, 3: 15-26.
- Hradilík, J., Šebánek, J. (1970): Effect of β -indolacetic acid on the level of 2-chloretyl trimetyl-amonium chloride in epicotyls of pea seedlings. *Biocem. Physiol. Pflanzen*, 161: 178-182.

Symons, G. M., Ross, J. J., Murfet, I. C. (2002): The *bushy* pea mutant is IAA-deficient. *Phys. Plant.* 116:386-397.

Tan Hoang Minh, Šebánek, J. (1980): Interakce růstových regulátorů v růstu děložních axilátorů na klíčcích rostlinách hrachu (*Pisum sativum* L.). *Rostlinná výroba*, 26(5): 533-539.