

VLIV APLIKACE BRASSINOSTEROIDŮ NA RŮST, VÝNOS A KVALITU ŘEPKY OZIMÉ

Influence of Brassinosteroids Application on Growth, Yield and Winter Rapeseed Quality

¹)David BEČKA, ¹)Pavel KLOUČEK, ¹)Dana HRADECKÁ, ²)Ladislav KOHOUT

1) Česká zemědělská univerzita v Praze; 2) UOCHb CAV

Summary: Abstract: Precise small plot field trials were established at the experimental station of FAPPZ in Červený Újezd, where we tested brassinosteroids effect on winter rapeseed - K3, 24-epi and 4154BR in 2005/06, or 24-epi, 4154BR and TOT in 2006/07. We monitored chlorophyll content, leaves fluorescence, growth, yield and qualitative indicators. All substances increased chlorophyll content and changed leaves fluorescence parameters and photosynthesis energy balance. In none of experimental years statistically confirmative differences between variants in yield, TSW and seeds oil content were monitored. Regarding fatty acids composition in oil brassinosteroids influence was minimal. None of applied brassinosteroids had significant influence on rapeseed oil quality.

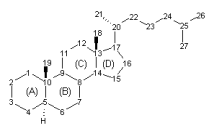
Keywords: winter rapeseed, brassinosteroids, chlorophyll, fluorescence, photosynthesis, yield, TGW, oil content, fatty acids

Souhrn: Přesné maloparcelkové polní pokusy jsme založili na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě, kde jsme testovali účinek brassinosteroidů na řepku ozimou - K3, 24-epi a 4154BR v roce 2005/06, resp. 24-epi, 4154BR a TOT v roce 2006/07. Sledovali jsme obsah chlorofylu, fluorescenci listů, růstové, výnosové a kvalitativní ukazatele. Všechny porovnávané látky zvyšovaly obsah chlorofylu a měnily fluorescenční parametry listů a v relaci s nimi i energetickou bilanci fotosyntézy. V žádném pokusném roce nebyly mezi variantami pozorovány statisticky průkazné rozdíly ve výnosu, HTS ani olejnatosti semen. Z hlediska složení mastných kyselin v oleji byl vliv brassinosteroidů minimální. Žádný z aplikovaných brassinosteroidů neměl zásadní vliv na kvalitu řepkového oleje.

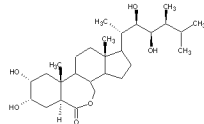
Klíčová slova: řepka ozimá, brassinosteroidy, chlorofyl, fluorescence, fotosyntéza, výnos, HTS, olejnatost, mastné kyseliny

Úvod

Brassinosteroidy, jichž je nyní známo na 59, jsou esenciální přírodní fytohormony, podobné živočišným steroidním hormonům. Jejich složitou strukturu tvoří cholestanový skelet a oxalaktonový B-kruh s 2 hydroxyly a dlouhými postranními řetězci. Příklady struktur jsou uvedeny níže:



5 α -cholestanový skelet



brassinolid (BL)

Brassinosteroidy vykazují regulační a protistresové účinky. Látky 24-epi i 4154BR byly nalezeny v rostlinách, ale jejich extrakce je velmi drahá, a proto se připravují synteticky v laboratoři. Vysoká cena odradí možná od širšího využití, ale zčásti je kompenzována nízkou aplikační dávkou (v mikro- až nanomolech na litr), snadnou mísitelností s dalšími látkami a dlouhodobou účinností v sezoně. Brassinosteroidy jsou nadějně podpůrné suplementy, schopné zlepšit výnosovou úroveň pěstovaných plodin.

Materiál a metody

Přesné maloparcelkové polní pokusy byly založeny na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě. Stanice se nachází na rozhraní okresů Kladno a Praha-západ, cca 25 km od Prahy. Zeměpisné údaje jsou: 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky, nadmořská výška 398 m n. m.. Převažujícím půdním substrátem je hnědozem, půda má střední až vysokou sorpční kapacitu, sorpční komplex je plně nasycen. Půdní reakce je neutrální, obsah humusu střední. Obsah P a K je střední až dobrý. Pokusné stanoviště spadá do oblasti mírně teplé, průměrná roční teplota vzduchu je 6,9°C, průměrný roční úhrn srážek je 549 mm. Délka vegetačního období činí 150-160 dní.

Pokusy byly založeny ve čtyřech opakováních na parcelách o velikosti 1,25 x 9,5 m (netto) na hybridu Spirit (rok 2005/06) a linii Californium (rok 2006/07). Jednotlivé agrotechnické zásahy během vegetace jsou uvedeny v tabulce 1 a přehled pokusných variant v tabulce 2.

Ve fázi přízemní listové růžice byla řepka na jaře po obnovení vegetace ošetřena brassinosteroidy: K3, 24-epi a 4154BR (26.4.2006), resp. 24-epi, 4154BR a TOT (28.3.2007). Aplikační dávka činila 1.10⁻⁶ mol.l⁻¹. Účinnost byla porovnáвана s neošetřenou kontrolou. V roce 2006/07 jsme aplikovali brassinosteroidy o přibližně měsíc dříve, protože se velmi brzo otevřelo jaro. Naopak rok 2005/06 se vyznačoval dlouhou zimou a pozdním otevřením jara.

Aktivita brassinosteroidů byla hodnocena energetikou fotosyntézy pomocí metody rychlé fluorescenční indukce (RFI) přístrojem „PEA“ - P02.003, softw. Winpea 32. Měření při 45% světla po dobu 1sec umožnilo stanovit 10 opakování z varianty vždy po 20min. zatemnění listu, nezbytnému k odplavení asimilátů. Byl posuzován i obsah chlorofylu a stanoveny vybrané kvalitativní ukazatele a výnos semen.

Po sklizni bylo hodnoceno složení mastných kyselin v oleji u jednotlivých variant pomocí plynové chromatografie (Agilent 6890, plamenoionizační detek-

tor). Stanoveny byly metylestery jednotlivých mastných kyselin připravené alkalickou transesterifikací 0,4 M roztokem hydroxidu sodného. Separace probíhala na kapilární koloně HP-INNOWAX, 60m, 0,25 mm, 0,25 µm za následujících podmínek: split 1:20, 200°C držet

1 min., 250°C při 10°C/min, držet 9 min., 260/270°C nástřík/detektor, nosný plyn N₂ 2,5 ml/min. Výsledky byly statisticky zhodnoceny programem Statgraphics metodou ANOVA a Multiple range testem na hladině významnosti 95%.

Tabulka 1: Přehled agrotechnických zásahů u řepky ozimé ve vegetačních letech 2005/06 a 2006/07 na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě.

Agrotechnický zásah	2005/06	2006/07
Podzim		
Hnojení N, P, K, Ca, Mg před setím	ne	ne
Sklizeň předplodiny (ozimá pšenice)	23.8.2005	22.8.2006
Mulčování slámy	24.8.2005	23.8.2006
Aplikace N na slámu (170 kg síranu amonného/ha)	26.8.2005	25.8.2006
Orba (22 cm)	27.8.2005	26.8.2006
Předseťová příprava půdy kombinátorem	27.-28.8.2005	27.-28.8.2006
Výsev, mořené osivo, výsevek 70 klíčivých semen na 1m ² , po setí válení (Cambridge)	29.8.2005	31.8.2006
Aplikace herbicidu Butisan Star (2,5 l/ha)	30.8.2005	1.9.2006
První aplikace graminicidu	9.9.2005 - Agil 100 EC (0,5 l/ha)	5.9.2006 - Gallant Super (0,5 l/ha)
Aplikace regulátoru růstu - Stabilan (2 l/ha) + Caramba (0,8 l/ha)	6.10.2005	nebylo potřeba
Druhá aplikace graminicidu	12.10.2005 - Gallant Super (0,5 l/ha)	22.9.2006 - Targa Super (1 l/ha)
Dle potřeby aplikace rodenticidu Stutox do děr, limacidu Vanish a proti černé zvěři Hukinolu na hadříky	od září do prosince	od září do prosince
Jaro		
První 1a. dávka dusíku (35 kgN/ha) v LAV	9.3.2006	21.2.2007
První 1b. dávka dusíku (40 kgN/ha) v LAV	3.4.2006	6.3.2007
Aplikace Nurelle D (0,6 l/ha)	21.4.2006	15.3.2007
Druhá dávka dusíku (50 kgN/ha) v LAV	18.4.2006	22.3.2007
Aplikace brassinosteroidů (varianty 2-4)	26.4.2006	28.3.2007
Třetí dávka dusíku (30 kgN/ha) v LAV	2.5.2006	4.4.2007
Aplikace insekticidů	4.5.2006 - Karate Zeon (0,15 l/ha), 9.5.2006 - Decis EW 50 (0,15 l/ha), 15.5.2006 - Decis EW 50 (0,15 l/ha)	nebylo potřeba
Sklizeň (maloparcelkový kombajn Wintersteiger)	26.7.2006	14.7.2007

Tabulka 2: Přehled pokusných variant ve vegetačních letech 2005/06 a 2006/07.

Varianta	2005/06	2006/07	Termíny měření fluorescence
1	neošetřená kontrola	neošetřená kontrola	- před aplikací
2	K3	24-epi	- za dvě hodiny po aplikaci
3	24-epi	4154BR	- po 7 dnech
4	4154BR	TOT	- po 14 dnech

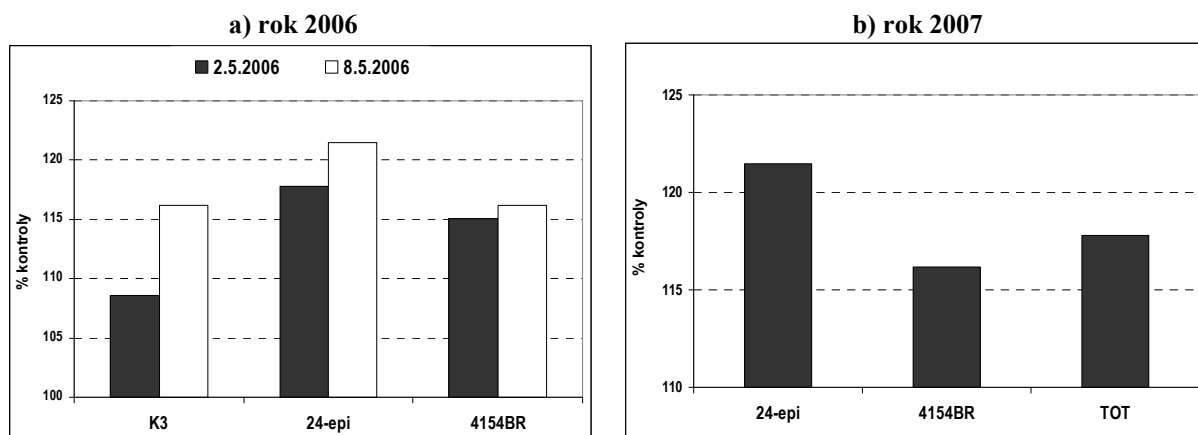
Výsledky

Všechny porovnávané látky zvyšovaly obsah chlorofylu (Obr.1 a+b). Z výsledků vychází nejlépe 24-epi, který zvýšil obsah chlorofyl v roce 2005/06 za 14 dní téměř o 19-21 %. Přípravky 4154BR a K3 se zdají srovnatelné, ale 4154BR působí asi rychleji.

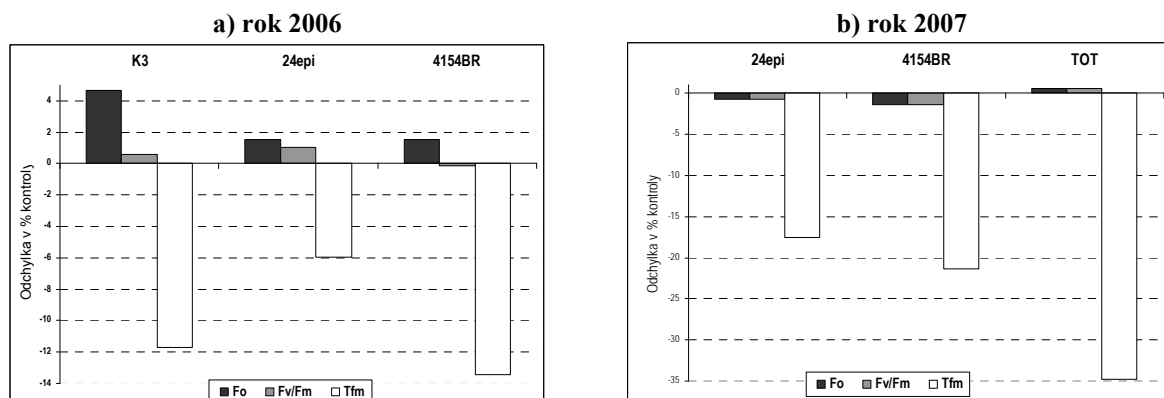
Brassinosteroidy měnily fluorescenční parametry listů a v relaci s nimi i energetickou bilanci fotosyntézy (Obr. 2 a,b + 3 a,b). Z obojích změn je zřejmý vliv

charakteru ročníku. V roce 2006 po aplikaci narostly F₀ i F_v/F_m, v roce 2007 jen nevýznamně po TOT. Brassinosteroid 4154BR v roce 2007 působil intenzivněji na redox aktivitu i výkon fotosystému než v roce 2006, což může souviset s ontogenezí rostlin v době ošetření resp. s dozrívajícími chladovými stresy v časně jarním období, kdy se dle předběžných výsledků ukazuje příznivý vliv brassinosteroidů na podporu mrazuvzdornosti rostlin.

Obr.1: Obsah chlorofylu v listech po aplikaci brassinosteroidů, v % kontroly.

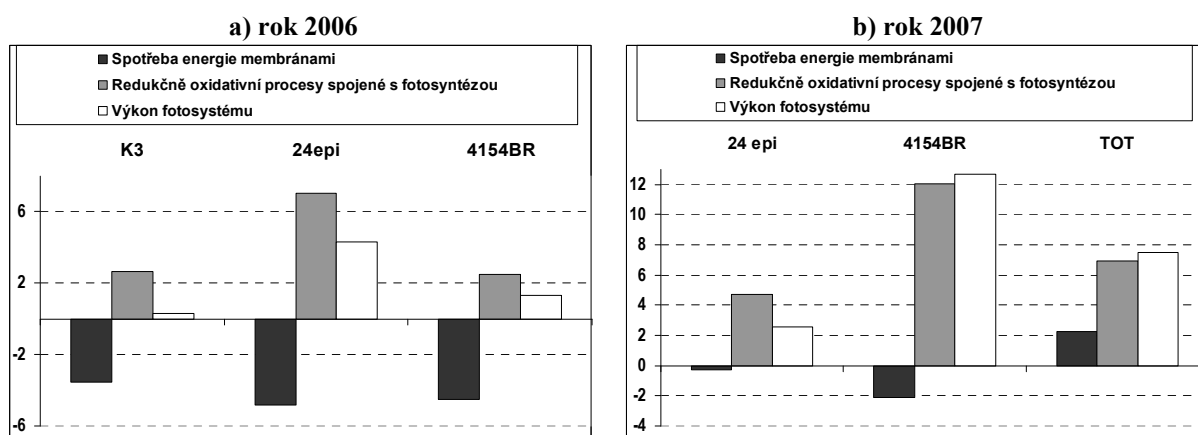


Obr. 2: Změny fluorescence listů řepky ozimé po aplikaci brassinosteroidů, odchylky v % kontroly.



Vysvětlivky: F_o =počáteční fluorescence, F_v/F_m =kvantový výtěžek fluorescence, $T_{(fm-ms)}$ =čas dosažení maxima fluorescence v milisec.

Obr. 3: Změny energetické bilance fotosyntézy po aplikaci brassinosteroidů, odchylky v % kontroly.



Výnos, HTS a olejnatost

Z obrázků 4 a 5 je patné, že mezi sledovanými variantami nebyly v žádném pokusném roce pozorovány statisticky průkazné rozdíly ve výnosu, HTS ani olejnatosti semen.

V roce 2005/06 byl prokázán pozitivní účinek některých brassinosteroidů (především 4154BR) na

výnos a kvalitu (olejnatost semen). U výnosu semen se mírně nad úroveň kontroly dostala pouze varianta 4 (4154BR), rozdíl činí 0,062 t/ha (tj. 1,2 %). U olejnatosti jsou nad úroveň kontroly (41,5 %) varianty dvě: var. 4 (4154BR, 42,3 %) a var. 2 (K3, 42,1 %). Nejlépe vychází HTS, kde všechny varianty s brassinosteroidy jsou nad neošetřenou kontrolou

V roce 2006/07 dosáhla neošetřená kontrola nejvyšší výnos semen (4,392 t/ha), druhou nejvyšší hodnotu HTS (4,020 g) a nejvyšší olejnatost (42,1 %). Tato skutečnost byla pravděpodobně způsobena dlouhotrvajícím suchem, které se výrazným způsobem podílelo na nižším účinku aplikovaných brassinosteroidů. K těmto závěrům docházíme na základě obdobných výsledků v účinnosti u jiných stimulatorů a podpůrných látek v takto suchém jarním období. Proto nelze rok 2006/07 považovat za rozhodující z hlediska účinku brassinosteroidů na tyto ukazatele.

Složení mastných kyselin

Z hlediska složení mastných kyselin v oleji byl vliv brassinosteroidů minimální. V roce 2005/06 se statisticky významně od kontroly lišila varianta 24-epi,

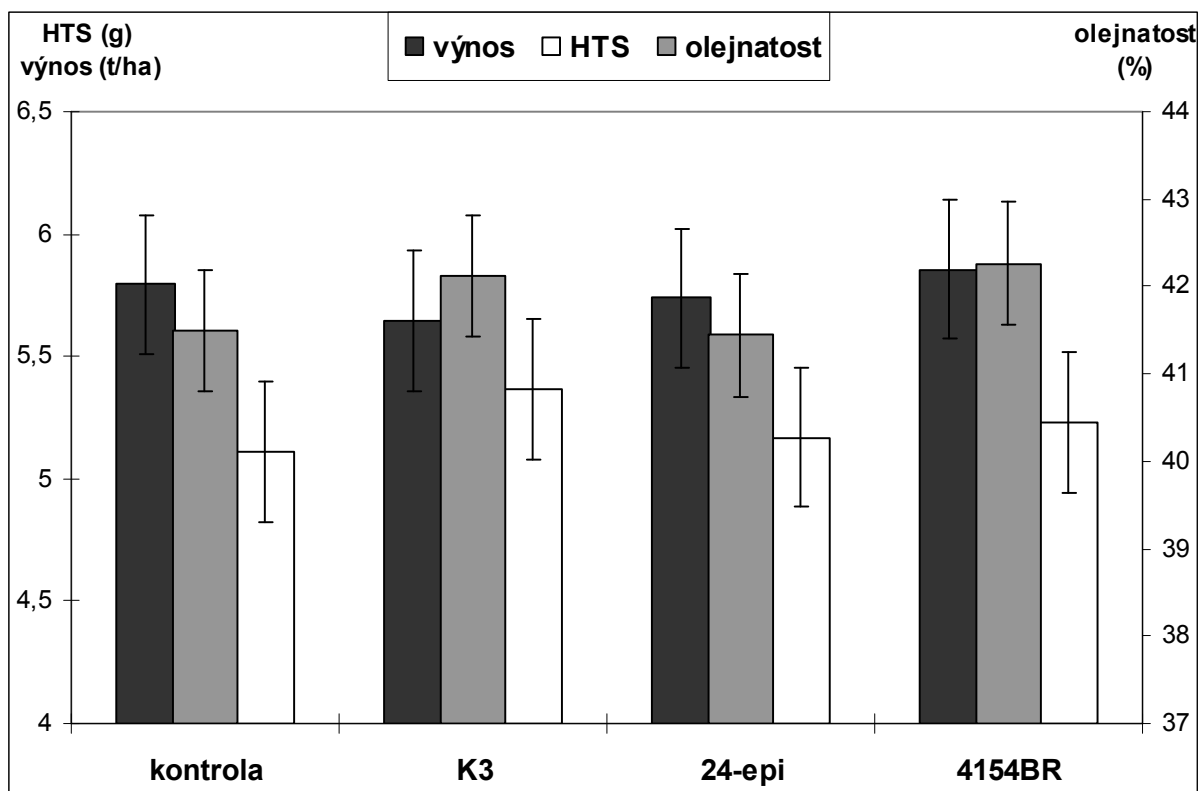
která zvyšovala obsah kyseliny eikosenové, a varianta 4154BR, která zvyšovala obsah kyselin eikosenové a behenové (tab. 3). Tyto kyseliny nicméně nemají zásadní vliv na kvalitu oleje a jsou v něm obsaženy pouze v malém množství (cca 1,25 % respektive 0,35 %). V roce 2006/07 (tab. 4) byly pozorovány statisticky významné rozdíly u kys. erukové a palmitoolejové, obě se ovšem pohybují na hranici stanovitelnosti a tyto rozdíly jsou pravděpodobně způsobeny analytickou chybou. Brassinosteroid 24-epi dále zvyšoval obsah kys. linolenové, což ale neodpovídá výsledkům z roku 2006. Při porovnání obou ročníků je vidět mírné snížení obsahu kys. palmitové a naopak zvýšení obsahu kys. stearové a linolenové v roce 2006/07. Lze tedy konstatovat že žádný z aplikovaných brassinosteroidů nemá zásadní vliv na kvalitu řepkového oleje.

Tab. 3: Složení mastných kyselin v oleji u jednotlivých variant (%) 2005/06.

	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	C 22:0	C 22:1
Kontrola	5,09	0,29	1,50	62,43	19,66	8,90	0,56	1,20	0,33	0,04
K3	5,15	0,29	1,55	62,21	19,98	8,67	0,57	1,21	0,33	0,04
24-epi	5,07	0,29	1,52	62,79	19,44	8,66	0,58	1,25	0,35	0,04
4154BR	5,24	0,31	1,49	61,91	20,06	8,78	0,57	1,24	0,35	0,04

C 16:0 – kys. palmitová, C 16:1 - kys. palmitoolejová, C 18:0 - kys. stearová, C 18:1 - kys. olejová, C 18:2 - kys. linolová, C 18:3 - kys. linolenová, C 20:0 - kys. arachidová, C 20:1 - kys. eikosenová, C 22:0 - behenová, C 22:1 – kys. eruková.

Obr. 4: Výnos (t/ha), HTS (g) a olejnatost (%) semen po aplikaci brassinosteroidů v roce 2005/06.

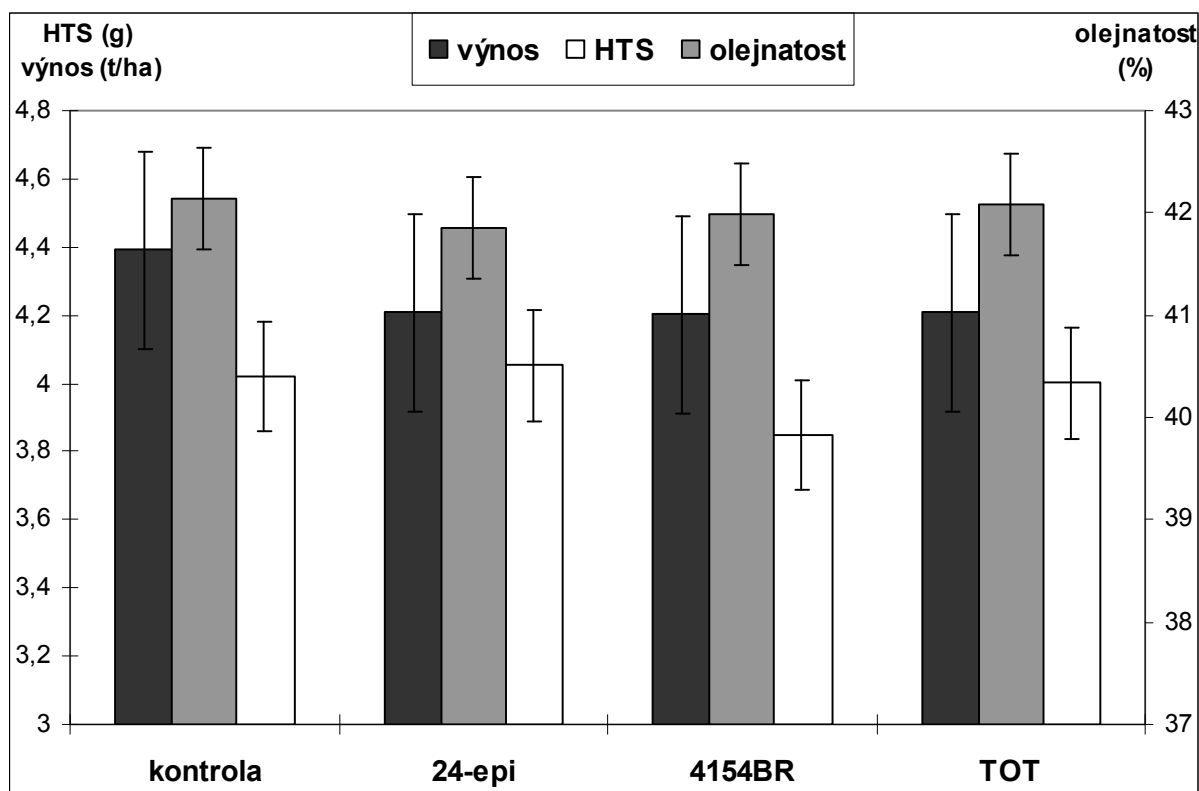


Tab. 4: Složení mastných kyselin v oleji u jednotlivých variant (%) 2006/07.

	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:1	C 22:0	C 22:1
Kontrola	4,31	0,26	1,65	62,73	19,84	8,98	0,58	1,30	0,32	0,03
24-epi	4,43	0,19	1,70	61,59	20,44	9,41	0,59	1,29	0,33	0,02
4154BR	4,37	0,24	1,19	62,77	19,97	9,29	0,55	1,28	0,31	0,03
TOT	4,43	0,28	1,63	62,43	19,81	9,20	0,58	1,29	0,32	0,03

C 16:0 – kys. palmitová, C 16:1 - kys. palmitoolejová, C 18:0 - kys. stearová, C 18:1 - kys. olejová, C 18:2 - kys. linolová, C 18:3 - kys. linolenová, C 20:0 - kys. arachidová, C 20:1 - kys. eikosenová, C 22:0 - behenová, C 22:1 – kys. eruková.

Obr. 5: Výnos (t/ha), HTS (g) a olejnatost (%) semen po aplikaci brassinosteroidů v roce 2006/07.



Závěr

Všechny porovnávané látky zvyšovaly obsah chlorofylu. Nejlépe vychází 24-epi, přípravky 4154BR a K3 se zdají srovnatelné, ale 4154BR působí rychleji. Brassinosteroidy měnily fluorescenční parametry listů a v relaci s nimi i energetickou bilanci fotosyntézy.

V žádném pokusném roce nebyly mezi variantami pozorovány statisticky průkazné rozdíly ve výnosu, HTS ani olejnatosti semen. V roce 2005/06 byl prokázán pozitivní účinek některých brassinosteroidů

(především 4154BR) na výnos a kvalitu (olejnatost semen). V roce 2006/07 se účinek brassinosteroidů na sledované znaky neprojevil pravděpodobně v důsledku dlouhotrvajícího jarního sucha.

Z hlediska složení mastných kyselin v oleji byl vliv brassinosteroidů minimální. Žádný z aplikovaných brassinosteroidů nemá zásadní vliv na kvalitu řepkového oleje.

Kontaktní adresa

Ing. David Bečka, Ph.D., Katedra rostlinné výroby, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, tel. 22438 2531, e-mail: becka@af.czu.cz

Podpořeno cílovým projektem AV ČR IQS5510680561 a výzkumným záměrem MSM 6046070901.