

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.

Bakalářská práce

Uplatnění regulátorů rostlinného růstu a stimulátorů při
pěstování řepky olejky

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Autor: Petr Král

České Budějovice, Duben 2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr KRÁL
Osobní číslo: Z11318
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Zemědělství
Název tématu: Uplatnění regulátorů rostlinného růstu a stimulatorů při pěstování řepky olejky
Zadávatel katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Bakalářská práce (BP) bude zpracována formou literárního přehledu. Bude se zabývat hodnocením a shrnutím informací o efektech regulátorů rostlinného růstu a stimulatorů na výnos semen a jeho strukturu (vliv na utváření výnosových prvků), na zdravotní stav rostlin a schopnost bezproblémového přezimování a na kvalitu produkce (olejnatost, zastoupení mastných kyselin, obsah antinutričních a ostatních látek). Součástí práce bude definice základních pojmů a vysvětlení fyziologických efektů účinných látek regulátorů a stimulatorů na rostliny ozimé řepky. V práci bude uveden současný pohled na klasifikaci rostlinných hormonů, regulátorů rostlinného růstu a stimulatorů. Bude uveden přehled dostupných komerčních přípravků reprezentující uvedené skupiny látek a příklady jejich aplikací v porostech ozimé řepky olejky. BP bude shrnovat dostupné poznatky z vědecké, odborné i firemní literatury (resp. zdrojů) českých a zahraničních autorů.

Součástí BP bude stručné uvedení současné podoby a směrů pěstitelské technologie uplatňované u ozimé řepky olejky.

BP bude vypracována v souladu s Opatřením děkana ZF JU č. 13 z 18. 12. 2009.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Baranyk P., Fábry A. et al. (2007): Řepka - pěstování, využití, ekonomika. ProfiPress, Praha, 208 s. (ISBN 978-80-86726-26-7) Gaile Z., Balodis O., Bankina B. (2010). Advances of Fungicide Application for Winter Oilseed Rape, Fungicides, Odile Carisse (Ed.), ISBN: 978-953-307-266-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/fungicides/advances-of-fungicide-application-for-winter-oilseed-rape>
Procházka S., Šebánek J. (1997): Regulátory rostlinného růstu. Academia, Praha, 395 s. (ISBN 80-200-0597-8)
Rempel C. B., Hall R. (1995): Effects of time and rate of application of triazole fungicides on incidence and severity of blackleg and growth and yield of vanilla. Canadian Journal of Plant Science, 75(3): 737-743.
Zhou W., Ye Q. (1996): Physiological and yield effects of uniconazole on winter rape (Brassica napus L.). Journal of Plant Growth Regulation 15(2): 69-73.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Konzultant bakalářské práce: Ing. Josef Kameš
Datum zadání bakalářské práce: 8. listopadu 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., Dr.h.c.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 8. listopadu 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to ve nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 11. 4. 2014

.....

Petr Král

Poděkování:

Děkuji panu doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D za odborné vedení mé bakalářské práce a cenné rady, které mi v průběhu zpracování podával.

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou regulátorů a stimulatorů rostlinného růstu v řepce ozimé. V první řadě popisuje charakteristiku řepky ozimé, její životní cyklus a základní body pěstelské technologie. Dále shrnuje informace o jednotlivých aplikacích regulátorů a stimulatorů růstu a jejich efektech na utváření výnosových prvků, zdravotním stavu, bezproblémovém přezimování a kvalitě produkce semen. Součástí práce je také základní rozdělení rostlinných hormonů a vysvětlení fyziologických efektů účinných látek regulátorů a stimulatorů na rostliny řepky ozimé. Taktéž je uveden přehled dostupných komerčních přípravků, které je možné použít pro jednotlivé aplikace.

Klíčová slova: řepka olejka, regulátory, stimulatory, aplikace regulátorů a stimulatorů, růst a vývoj řepky

Abstract

This bachelor's thesis is about the regulators and plant growth stimulators in winter rape. First, it describes basic characteristics of winter rape, its life cycle and basic agricultural engineering. Then summarizes information about individual application of regulators and stimulators of growth and their effects on the formation of yield elements, health condition, easy hibernation and quality of seed production. The essay also includes the main structure of plant hormones and explanation of the physiological effects of active substances regulators and stimulators on winter rape plants. It also gives an overview of available commercial products which may be used for different applications.

Keywords: Oilseed rape, regulators, stimulators, application of regulators and stimulators, growth and evolution of oilseed rape

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl práce	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Řepka olejná.....	12
3.1.1 Morfologická charakteristika rostliny	14
3.1.2 Životní cyklus (ontogeneze) řepky ozimé.....	17
3.1.3 Výnosotvorné prvky řepky.....	21
3.1.4 Přehled hlavních bodů pěstitelské technologie	23
3.1.4.1 Nároky řepky ozimé na prostředí.....	23
3.1.4.2 Zařazení do osevního postupu.....	23
3.1.4.3 Výběr odrůdy	24
3.1.4.4 Založení porostu řepky.....	25
3.1.4.5 Ochrana proti škodlivým činitelům.....	27
3.2 Fytohormony	29
3.2.1 Auxiny.....	31
3.2.1.1 Objevení auxinů	31
3.2.1.2 Chemická struktura auxinů	32
3.2.1.3 Auxiny v rostlinách.....	32
3.2.2 Cytokininy.....	33
3.2.2.1 Objev cytokininů.....	33
3.2.2.2 Chemická struktura cytokininů	34
3.2.2.3 Cytokininy v rostlině.....	35
3.2.3 Gibereliny	36
3.2.3.1 Objev giberelinů.....	36
3.2.3.2 Chemická struktura giberelinů	37
3.2.3.3 Gibereliny v rostlinách.....	37
3.2.4 Kyselina abscisová	38
3.2.4.1 Objev kyseliny abscisové.....	38
3.2.4.2 Chemická struktura kyseliny abscisové	39
3.2.4.3 Kyselina abscisová v rostlinách	39
3.2.5 Etylen	39
3.2.5.1 Objev etylenu	40
3.2.5.2 Chemická struktura etylenu	40

3.2.5.3 Etylen v rostlinách	40
3.2.6 Brassinosteroidy.....	41
3.2.6.1 Struktura brassinosteroidu.....	41
3.2.6.2 Brassinosteroidy v rostlině.....	41
3.2.7 Ostatní růstové hormony	42
3.2.7.1 Kyselina jasmonová	42
3.2.7.2 Polyaminy	42
3.2.7.3 Oligosachariny	42
3.2.7.4 Fenolické látky.....	43
3.3 Syntetické inhibitory růstu-retardanty	43
3.4 Huminové látky a extrakty z řas rostlin	45
3.5 Regulátory rostlinného růstu v řepce ozimé.....	47
3.6 Stimulátory rostlinného růstu v řepce ozimé	49
3.7 Desikanty (regulátory dozrávání).....	51
3.8 Aplikace regulátorů a stimulatorů.....	53
3.8.1 Podzimní aplikace regulátorů a stimulatorů a jejich přínos	53
3.8.2 Jarní aplikace regulátorů a stimulatorů a jejich přínos.....	60
4. Závěr	67
5. Seznam použité literatury	69

1. Úvod

Ozimá řepka v současnosti patří celosvětově mezi 3 nejpěstovanější olejninu. Vzhledem ke svému širokému využití a kvalitě oleje získávaného ze semen je po řepkovém semenu velká poptávka. Tato poptávka zajišťuje v současné době vysoké výkupní ceny a proto je velmi oblíbenou plodinou i mezi pěstiteli. Od toho se vyvíjí i pěstební plochy v České republice, které v roce 2013 zaznamenaly historické maximum a to 418 570 ha. O pěstování ozimé řepky lze říci, že patří mezi velmi ziskové plodiny. Proto se hledají intenzifikační opatření v pěstování ozimé řepky, kterými by bylo dosahováno co nejvyšších výnosů. Mezi tato opatření bezesporu patří uplatňování regulátorů a stimulátorů rostlinného růstu. Tato opatření se v minulém století používala pouze jako záchranná brzda (když nastal nějaký problém, např. přerůstání). To ovšem nelze říci v dnešní době, kdy chemické přípravky tohoto typu jsou běžně zařazovány v pěstebních technologiích a plně se využívá jejich výhod na změně habitu rostlin a podpoření výnosotvorných prvků. Tato situace nahrává chemickým firmám, které doslova „zaplavují“ trh s těmito přípravky. Každý rok je registrováno spousta nových přípravků a pěstitel se v nich přestává orientovat. Cílem této práce bylo zabývat se touto problematikou a snažit se udělat jednoduché shrnutí účinných látek a možnosti jejich použití.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo přispět k objasnění a shrnutí problematiky regulace a stimulace růstu v ozimé řepce. Dílčím cílem bylo shrnout efekty regulátorů a stimulantů růstu v různých vývojových fázích ozimé řepky. Dalším dílčím cílem bylo uvést zjednodušený přehled používaných přípravků a účinných látek pro tyto aplikace.

3. Literární rešerše

3.1 Řepka olejná

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) z rodu brukvev (*Brassica*) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), kam patří dalších 170 rodů s asi 2000 druhy. Brukev řepka nemá planého předka a jde fylogeneticky o velmi mladý a doposud značně proměnlivý a vitální druh, který vznikl křížením brukve zelné (*Brassica oleracea*) a brukve řepice (*Brassica campestris*) (jak uvádí schéma č.1) (FÁBRY a kol., 1992).

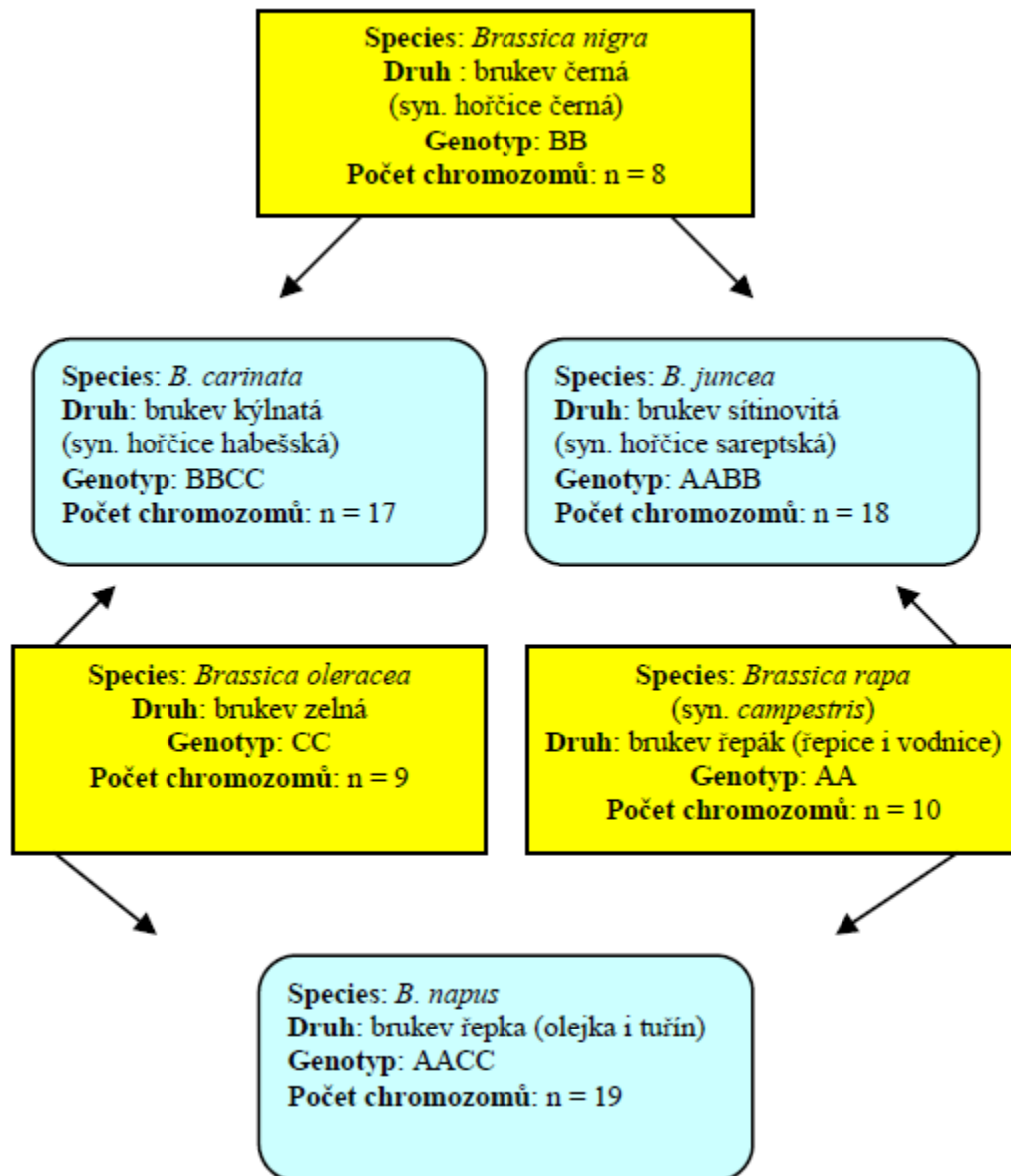
Původní oblast rozšíření druhu *B. Napus* L. je západní a střední Evropa a také východní Asie (FÁBRY a kol., 1975). V těchto oblastech nebyl znám olivový olej a plané druhy poskytovaly olej na svícení (VOLF a kol., 2002).

Rod brukvev lze rozdělit na základě hospodářského využití do čtyř skupin (VAŠÁK, 1994 cit. in BEČKA 2001):

- ✓ Semenné jednoleté typy (jarní a ozimá řepka olejná)
- ✓ Krmné jednoleté typy na produkci zelené biomasy (ozimá řepka olejná, jarní)
- ✓ Dřevnaté typy, pěstované pod názvem tuřín (*Brassica napus* L. ssp. *rapifera* Metzjer)
- ✓ Okrasné typy

Řepka (*Brassica napus* L.; genom AACC, $2n = 38$) je dnes nejvíce pěstovaným druhem z čeledi *Brassicaceae*. Řepka olejka se stala majoritní celosvětově pěstovanou plodinou za poslední tři desetiletí (SNOWDON, 2007).

Schéma č. 1 – Vznik a genetická příbuznost některých brukvovitých druhů (převzato: BARANYK a kol., 2010)



Řepka olejka je pěstována buď ve formě ozimé, nebo jarní. (BARANYK a kol. 2010).

Mezitím co v Evropě a Spojených státech převažuje pěstování ozimých forem *Brassica napus*, v Kanadě nejvíce forma jarní *Brassica napus* a řepice olejné *Brassica campestris*, obě jsou pěstovány hlavně kvůli nedostatečné rezistenci řepky ozimé vůči velmi nízkým teplotám kanadských zim. Řepka olejka na indickém subkontinentu je většinou pěstována jako *Brassica juncea* (hořčice sareptská) a *Brassica campestris* (řepice olejná), tam je pěstována ve třech různých typech, ty se

nazývají toriový, hnědý a žlutý sarson. V Číně jsou často *Brassica campestris* a *Brassica juncea* nahrazovány speciálními odrůdami *Brassica napus* (ORLOVIUS, 2003).

3.1.1 Morfologická charakteristika rostliny

Semeno řepky pro klíčení vyžaduje 60 hmotnostních procent vody. Minimální teplota pro klíčení je 1 °C, optimální teplota +20 až +25 °C. Kořínek začíná vznikat množением meristemických buněk a jeho tvorba je ovlivněna energetickou výkonností zásobní látky - oleje, fyzikálním stavem půdy, poměrem vody a vzduchu v půdě a teplotou. Při vzcházení se objevuje ohnutý hypokotyl a dělohy, které jsou příčně eliptické, široce vykrojené, chlupaté nebo i lysé, tmavě zelené. V další fázi se objevují mírně chlupaté pravé lístky (BARANYK a kol., 2010).

Ozimá řepka má v našich podmínkách vegetační dobu 300 až 340 dnů, nejčastěji však 320 až 330 dnů, výjimečně v nadmořských výškách nad 600 metrů i celý rok. (VAŠÁK a kol., 2000).

Kořen

Řepka tvoří kulovitý kořenový systém s výrazně vyvinutým a bohatě větveným hlavním kořenem. Jeho délka se pohybuje od 1 do 3 m v závislosti na půdě, klimatu i počasí, ale i na agrotechnice a odrůdě. Tento mohutný křulovitý kořen se především v orniční vrstvě silně větví, takže zde nalézáme kolem 85 % hmoty kořene (DIVIŠ a kol., 2000).

Hloubka zakořeňování je silně variabilní a podstatnou měrou přispívá ke stabilitě porostů a snižuje závislost na výkyvech počasí, neboť umožňuje získání živin a vláhy ze značné hloubky (VAŠÁK a kol., 2000).

Pro zajištění dobrého přezimování je ideální tloušťka kořenového krčku 8 – 12mm (BARANYK a kol., 2010).

Lodyha

Je vzpřímená, okrouhlá a je podobně jako vrchní část hypokotylu vyplněna dřevem. Dále je pokryta voskovým povlakem, zbarvení lodyhy je šedozelené nebo šedofialové. Délka hlavní lodyhy může dosáhnout až 200 cm, v průměru se pohybuje od 50 do 150 cm (MICH, 1988).

Nadzemní část rostliny je tvořena různě dlouhou lodyhou, která nese listy, květy a plody. U ozimé formy řepky se nadzemní část rostliny vytváří ve dvou stupních (fázích): první fáze je označovaná jako vegetativní, je u řepky spojena s fyziologickými nároky na určitý průběh teplot a na určitou délku a kvalitu světla. Druhým stupněm růstu je fáze generativní, při níž dochází k prodlužovacímu růstu epikotylu řepky (DIVIŠ a kol., 2000).

Listy

Tvar listů přízemní listové růžice se podstatně odlišuje od listů horní části lodyh (STRIEGL a kol., 1984).

Podzimní vývoj je ukončen fází listové růžice. Listy řepky jsou v této fázi stopkaté, lyrovitě peřenodílné. Vrchní část listu má velký lalok, který je široce vykrajovaný a nepravidelně zoubkovaný (FÁBRY a kol., 1992).

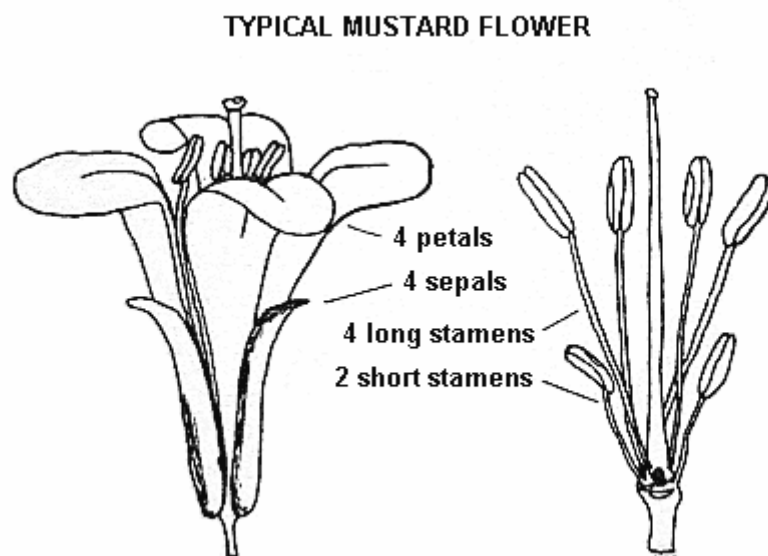
Lodyhové listy jsou objímavé a ze 2/3 přisedlé (BARANYK a kol., 2010).

Květy

Každý květ je oboupohlavní a skládá se ze čtyř kališních a čtyř do kříže postavených okvětních lístků (Obrázek č. 1). Čtyři krátké a čtyři dlouhé anthery (tyčinky) tvoří samčí, blizna pak samičí část květu. Okvětí je volný hrozen, odkvétající zespoda nahoru. Květy rozkvétají ráno, večer se opět zavírají, to se opakuje i následující den, třetí den květy uvadají. Než se vysypou pylové váčky, je už blizna připravena k oplodnění. Anthery se nejdříve otočí o 120° od blizny a až poté začnou vylučovat pyl. Tím se omezí podíl samoopylení. Jelikož se u řepky olejky vyskytují obě formy opylení současně je označována jako částečně samosprašná (ALPMANN a kol., 2006).

Řepka olejka je fakultativně cizosprašná plodina, která se opyluje cizím pylem pomocí hmyzu (včely, vosy a také v omezeném měřítku blýskáček řepkový) a částečně působením větru v závislosti na velikosti honů na průběhu počasí v období květu a biologických zvláštlostech odrůdy (FÁBRY a kol., 1992).

Obrázek č. 1: Květ brukvovitých rostlin. (Internetový zdroj č. 1, upraveno, 16.3.2014)



Plod

Plodem řepky jsou oblé šešule, ty jsou 50 – 100 mm dlouhé a na konci se zužují v úzký zoban (STRIEGL a kol., 1984).

Šešule vzniká ze semeníku a v něm oplozených vajíček. Je složená ze dvou chlopní, vnitřní prostor je rozdělen blanitou přepážkou. Postavení šešulí na větvích je u řepky neuspořádané, šešule svírají s větví různé úhly (DIVIŠ a kol., 2000).

Z hlediska výnosotvorných prvků je ideotypem porost produkující velký průměrný počet šešulí na jednotce plochy (>4000 kusů na 1 m²), charakteristický vysokým počtem semen v šešulích (>20) a vysokou HTS (>5 g) (BARANYK a kol., 2010).

Semeno

Je složeno z osemení, endospermu a klíčku. Povrch semene je jemně tečkovaný nebo je na něm patrné jemné síťkování (MICH, 1988). Semeno řepky je kulaté, zbarvení má červenohnědé až modročerné (může být i žluté) s průměrem 1,5 – 1,8 mm. HTS se pohybuje v rozmezí 3,75 - 6,50 g (VAŠÁK, 2000).

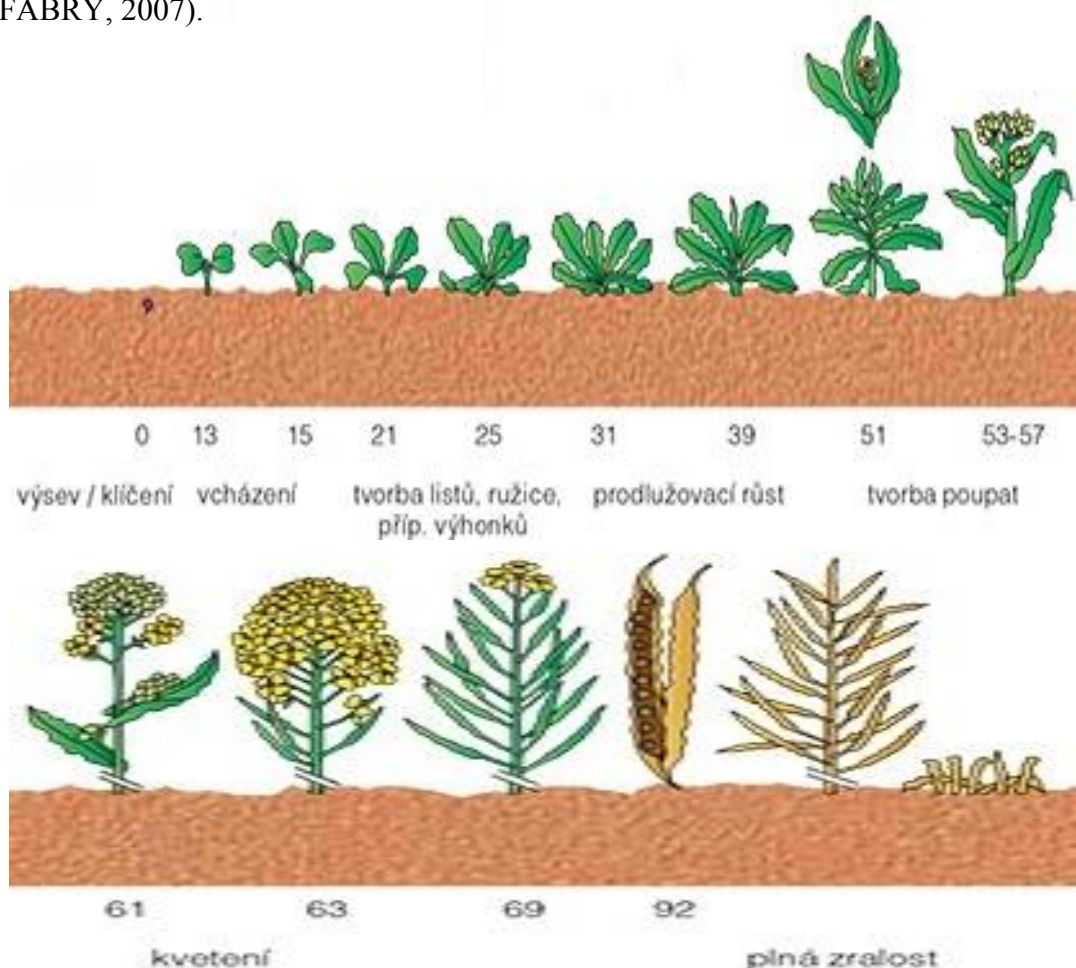
Velikost semene řepky a jeho barva jsou ovlivněny několika faktory, a to odrudou, pěstitelskými podmínkami a především stupněm zralosti a způsobem sklizně (FÁBRY a kol., 1992b).

3.1.2 Životní cyklus (ontogeneze) řepky ozimé

Životní ontogeneze (cyklus) řepky trvá 11 – 12 měsíců a je možné v něm rozlišit fázi vegetativní a generativní, které se v zimním období (kryptovegetaci) překrývají (VAŠÁK a kol., 1997). Úhrn teplot od zasetí řepky do jejího uzrání (vegetační tepelná konstanta) činí pro řepku 2300–2500 °C (KALUS, SUCHÁNEK, 1955).

Pro charakteristiku jednotlivých růstových fází (makrofenologie) existuje několik fenologických stupnic, v současné době však jednoznačně převládá ta, která vznikla v roce 1989 jako společný kód firem BASF, Bayer, Ciba-Geigy a Hoechst, označovaná jako BBCH (obrázek č.2 a tabulka č.1) (BARANYK a kol., 2010).

Obrázek č. 2 : Fenologická stupnice růstových fází BBCH (převzato: BARANYK, FÁBRY, 2007).



Tabulka č. 1 : Fenologická stupnice růstových fází řepky ozimé (převzato: ŠKERŮK a kol., 2011).

Kód BBCH	Charakteristika růstové fáze	Kód BBCH	Charakteristika růstové fáze
00	Suché semeno	53	Květenství převyšuje horní listy
01	Počátek bobtnání	55	Na hlavním květenství se oddělily jednotlivé květy (zavřené)
03	Konec bobtnání	57	Jednotlivé květy sekundárních květenství viditelné (uzavřené)
05	Klíčnický kořen vystoupil ze semene	59	První korunní plátky viditelné, květy ještě zavřené
07	Hypokotyl s děložními lístky protrhl osemení	60	Prvé otevřené květy
08	Hypokotyl s děložními listy prorůstá u povrchu půdy	61	Asi 10 % květů na hlavním stonku otevřeno, květní osa se prodlužuje
09	Vzcházení: děložní listy pronikají nad povrch půdy	63	Asi 30 % květů na hlavním stonku kvete
10	Děložní listy plně vyvinuté	65	Plný květ: asi 50 % květů na hlavním stonku otevřených, první korunní plátky již opadávají
11	1. pravý list vyvinutý	67	Dokvétání: velké množství korunních plátků opadlo
12	2. list vyvinutý	69	Konec květu
13	3. list vyvinutý	71	Asi 10 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
14	4. list vyvinutý	73	Asi 30 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
15	5. list vyvinutý	75	Asi 50 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
19	6 až 9 a více listů vyvinuto	77	Asi 70 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
30	Počátek prodlužovacího růstu	79	Téměř veškeré šesule dosáhly druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
31	1. internodium viditelné	81	Asi 10 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
32	2. internodium viditelné	83	Asi 30 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)

Pokračování tabulky číslo 1.

33	3. internodium viditelné	85	Asi 50 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
34	4. internodium viditelné	87	Asi 70 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
39	9 a více internodií viditelných	89	Plná zralost: téměř veškerá zrna na rostlině černá a tvrdá
50	Hlavní květenství již viditelné, těsně obklopené nejvyššími listy	97	Rostlina odumřela
51	Hlavní květenství viditelné shora uprostřed nejvyšších listů	99	Sklizňová zralost
52	Hlavní květenství volné, ve stejné výši jako horní listy		

Podzimní období vegetace

Na podzim prvního roku se tvoří vegetativní orgány a shromažďují zásobní látky v kořenu a zejména v hypokotylu. Tyto látky jsou využívány pro tvorbu základů generativních orgánů v průběhu jarního vývoje rostlin a jejich růstu, který je dovršen kvetením, tvorbou plodů a semen (FÁBRY a kol., 1992).

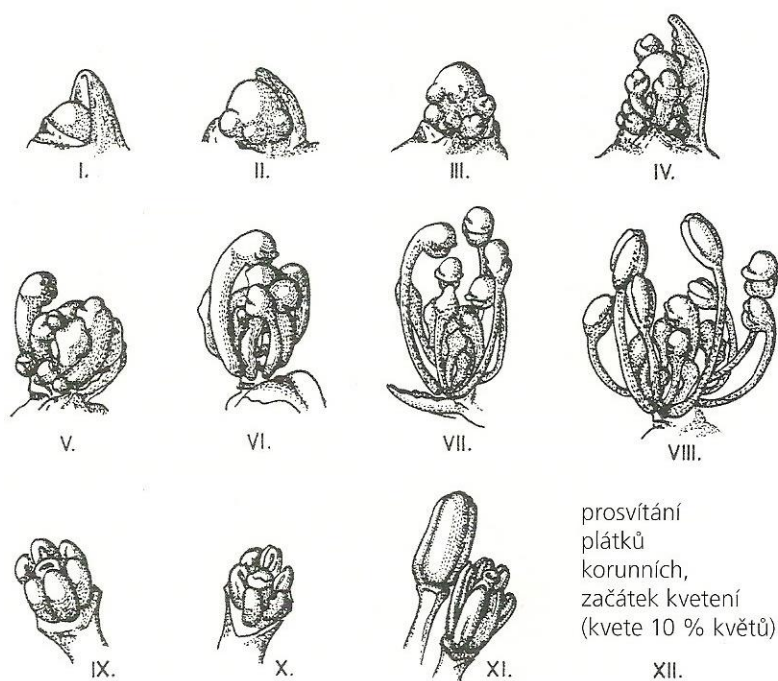
Řepka požaduje pro periodu od zasetí po vzejití sumu teplot 100-140 °C (DIEPENBROCK, GROSSE 1995). Pro optimální vývoj porostu před zimou potřebuje řepka ozimá 100 až 110 dnů při teplotě nad +2,1 °C (GRAF, DEGNER 1994).

Po vzejití řepky se objeví světle zelené děložní lístky a následně tmavší listy pravé, které později vytvoří listovou růžici. Za měsíc by rostlina měla ideálně mít růžici o 5 - 7 listech. V době, kdy se objeví pravé listy, dosahuje kořen do hloubky 10 - 15 cm. Růst a vývoj rostliny je plně závislý na dostatku vody, dále pak teplotou a dostatkem dusíkaté výživy (BEČKA a kol., 2007).

Na konci podzimní vegetace řepka končí vývoj vegetačního vrcholu ve IV.–VI. etapě organogeneze (obrázek č.3), listovou růžicí optimálně s více než 10 listy, kořenovém krčku o průměru 8–10 mm a vyšším, hmotností nadzemní biomasy 1,4–1,8 kg/m² a mohutným kulovým kořenem dlouhým minimálně 15–20 cm a hmotností sušiny kořenů nad 30 g/m². Růst listů končí při teplotách 3–5°C a růst kořene při půdních teplotách okolo 2-3 °C (VAŠÁK a kol., 1997).

Důležitým opatřením v podzimním období je aplikace regulátorů růstu. Zvláště v posledním desetiletí tato aplikace nabývá na významu. Cílem této aplikace je vytvoření kompaktní, k zemi přisedlé listové růžice a dále zesílení kořenové soustavy řepky (BARANYK, a kol., 2005).

Obrázek č. 3: Etapy organogeneze vzrostného vrcholu (převzato: HOSNEDL, VAŠÁK, MEČIAR, a kol., 1998).



Zimní období vegetace

Období zimní vegetace charakterizuje fenofáze od poklesu průměrných denních teplot vzduchu pod 2 °C až do obnovení vegetace nástupem průměrných denních teplot vzduchu nad 5 °C. Toto období kryptovegetace neznamená absolutní vegetační klid, protože pokračuje i nadále měřitelný růst kořenového systému, vyvíjí se vzrostný vrchol a probíhají adaptační procesy odolnosti proti nízkým teplotám (FÁBRY a kol., 1992). Kořeny při teplotě půdy nad 2 °C po větší část zimy dále rostou. Délka rostlin i listů se snižuje asi o 10 %, obsah sušiny rostlin roste z 12 % na asi 17 % a snižuje se obsah dusíku v pletivech. Holomrazy pod – 15 °C vedou ke zničení listů. (VAŠÁK a kol., 1997). Nejvyšší výnosy má řepka ve vegetačně mírných zimách (VAŠÁK 2000).

Cílovým stavem po přezimování jsou rostliny s nepoškozenými kořeny i kořenovými krčky a pouze mírně omrzlými listy, které jsou schopné rychlé regenerace při nástupu jara (BARANYK a KAZDA, 2005).

Jarní období vegetace

Porosty řepky přecházejí do generativní fáze. Nastupuje období vegetace, ve kterém průměrné denní teploty vzduchu stoupají nad 5 °C. Řepka je relativně plodina chladného období, její největší nárůst nastane při teplotě 12 °C až 30 °C (optimum od 18 °C až do 22 °C) (GOOD a kol., 1993).

Ozimá řepka i řepice musí pro přechod z vegetativní do generativní fáze překonat v komplexu s vegetativními činiteli určité období nízkých teplot – období jarovizace (vernalizace). U řepky byly zjištěny pozitivní vlivy vzájemného působení krátkého dne (8 – 10 hodin) a nízkých teplot (FÁBRY, 1963). Teploty nutné pro jarovizaci v závislosti na odrůdě, tvorbě listů a okolním prostředí se pohybují mezi 2 až 8 °C po dobu 30 až 60 dní (BARANYK, 2007). K regeneraci a růstu kořenového systému řepky dochází už při teplotě 1,9 °C, z tohoto hlediska je toto období nejvhodnější pro regenerační hnojení (RICHTER, HŘIVNA, CERKAL, 2001).

Období kvetení trvá průměrně 20 dní a poslední období - od konce kvetení až po dozrání semen - trvá 30-40 dní. Délka období od obnovení jarní vegetace až po dozrání semen probíhá při sumě denních teplot vzduchu okolo 1 300 °C a trvá 120-130 dní (FÁBRY, 1992).

3.1.3 Výnosotvorné prvky řepky

Hlavními výnosotvornými prvky jsou hmotnost tisíce semen (HTS), počet šešulí na 1m² a počet šešulí na jednu rostlinu (tabulka č.2). Úroveň výnosotvorných prvků je podmíněna genotypem odrůdy, často ovšem překrytým v důsledku ovlivnění ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou (BARANYK, FÁBRY, 2007). Nejen agrotechnické a genetické faktory mají na výnos a kvalitu semen řepky podstatný vliv, dalšími vlivy jsou stanovištní podmínky, především pak množství a rozložení srážek v období jarní a letní vegetace (WIELEBSKI, 2011).

Tvorba výnosu je ovlivňována zejména:

- a) setím v optimální době
- b) počtem větví prvního řádu
- c) celkovým počtem šesulí.

Teoreticky by mohl být výnos až 37,5 t/ha, protože rostlina tvoří 300 - 500 pupat, 20 - 30 semen v šesuli, při HTS 5 g a při počtu 50 rostlin na 1m².

V praxi je však výnos redukován:

- a) agroekologickými vlivy
- b) zdravotním stavem porostu
- c) fyziologickým opadem pupat, šesulí a květů
- d) ztrátami před a po sklizni (RICHTER, HŘIVNA, CERKAL, 2001).

Odhadem je potenciál výnosu řepky ve střední Evropě 6,5 t/ha. Tohoto by mělo být dosaženo, jestliže je pokryv květů zkrácen, a to na 40 %, umožňuje tak 60 % světla dopadajícího na povrch rostlin, aby bylo předáno fotosynteticky aktivním pletivům rostlin, které usnadní produkci 130 000 semen z 1m², zabraňuje se tím i poléhání, trvání nalévání semen je prodlouženo na 46 dní se sluneční radiací s efektivitou využití 0,75 g osiva/MJ. Desetina výnosu je ze stonkových zásob akumulovaných ještě před obdobím kvetení. Některých z těchto cílů není jednoduché dosáhnout pomocí běžné agronomické praxe z důvodů šetření nákladů a časovým omezením (BERRY, SPINK, 2009). Celkový počet šesulí na 1 m² je dán počtem rostlin na 1 m², není to ale přímá úměra a to z toho důvodu, že čím více místa rostlina kolem sebe má, tím více se rozvětví a tím také zvyšuje počet šesulí na jednotlivou rostlinu. V příliš hustém porostu dochází ke konkurenčním vztahům mezi jednotlivými rostlinami. Proto je třeba zachovat spíše ideální než maximální počet rostlin na daném prostoru. Optimální počet rostlin v době sklizně by se měl pohybovat okolo 40 - 60 rostlin na 1 m², resp. 30 – 40 rostlin u hybridních a 50 – 60 rostlin u liniových odrůd (BEČKA a kol., 2007).

Na výnosu se podílí: hlavní terminál z 25 – 35 %, větve prvního řádu (8 - 12 na rostlinu) z 50 – 60 %, větve 2. řádu z 10 – 20 % (KUCHTOVÁ a VAŠÁK, 2000).

V běžných podmínkách se od optima odchyľuje každý z výnosotvorných prvků, přičemž nejvíce to platí pro počet semen v šesuli a nejméně pro HTS (BARANYK a kol., 2007).

Tabulka č. 2: Parametry charakterizující výnosovou schopnost ozimé řepky (převzato: BARANYK a kol., 2007).

Počet rostlin na 1m ²	50
Hmotnost 1000 semen – HTS (g)	5
Počet větví 1. řádu na rostlině	8
Počet semen v šešuli	20
Počet šešulí na 1 rostlině	150
Počet šešulí na 1 m ²	7500
Počet semen na 1 rostlině	3000
Počet semen na 1 m ²	150000
Výnosový potenciál (t/ha)	7,5

3.1.4 Přehled hlavních bodů pěstitelské technologie

3.1.4.1 Nároky řepky ozimé na prostředí

Ozimá řepka vyžaduje hluboké a strukturní půdy, které jsou dobře zásobené humusem a živinami, především hořčíkem a vápníkem. Optimální půdní reakce je neutrální až slabě zásaditá (pH 6,6 – 7,5). Nejvhodnější jsou hlinitopísčité půdy. Nevhodné jsou naopak půdy kyselé (s vysokou hladinou spodní vody), rašelinové, slatinové, chudé písky a šterkovité půdy. Těžké půdy jsou nevhodné převážně z důvodu obtížné přípravy set'ového lůžka (BORECKÝ a STIFFEL, 1995).

Z pohledu výnosů a nákladů na jednu tunu jsou pro pěstování řepky ozimé dlouhodobě nejvhodnější oblasti bramborářské, naopak nejméně vhodné jsou oblasti kukuřičné (ŠAŘEC a kol., 2006). Nejideálnější jsou oblasti s ročním úhrnem srážek v rozmezí 500 – 700 mm a průměrnou roční teplotou mezi 6,5 – 8,5 °C (BARANYK, 2002).

3.1.4.2 Zařazení do osevního postupu

V národním měřítku řepka představuje v současnosti asi 12 % výměry orné půdy, podobně jako v Německu a ve Francii. Protože se však v mnoha oblastech (podnicích) nepěstuje, dosahuje její zastoupení v osevních postupech podstatně vyšších hodnot – běžně 20 % orné půdy, avšak nejsou ojedinělé podniky s 25-33 % řepky (BARANYK a kol., 2010).

V osevním postupu je řepka vítanou kulturou s velmi dobrou předplodinovou hodnotou pro následné plodiny. Po její sklizni v půdě zůstává na každých 100 kg

vyprodukovaných semen 9 kg K₂O, 1,1 kg P₂O₅ a 3,5 kg N na 1 ha. Mimo to se vrací do půdy více než 10 t sušiny slámy a kořenové hmoty. To odpovídá asi 1,6–1,8 t humusu. Během růstu a vývoje řepky se kromě toho vytvoří dalších 5–7 t sušiny listů, které postupně opadávají a obohacují půdu o organickou hmotu (BARANYK, 2002).

Řepka ozimá se v současné době pěstuje nejvíce po obilninách (85-98% ploch). Nejčastější předplodinou pro řepku je vzhledem k rozsahu pěstování ozimá pšenice. Z dalších obilovin se přednostně doporučuje používat ozimý ječmen, především díky jeho dřívější sklizni. Jarní ječmen má agresivnější výdrol z toho důvodu více utlačuje řepku, navíc posledních letech přes zimu ani nevymrzá (BARANYK a kol., 2005).

Předplodiny pro ozimou řepku je možno rozdělit na:

- a) velmi vhodné**, tj. ozimé či jarní směsky, jetel po 1. seči, kmín, rané brambory, hrách, zrniny a luskoviny pěstované na GPS,
- b) vhodné**, tj. ozimý ječmen, ozimá pšenice, žito, tritikale, rané brambory,
- c) nevhodné**, tj. jarní ječmen, oves, kukuřice, brambory, cukrovka, krmná řepa (BARANYK, 2002).

3.1.4.3 Výběr odrůdy

Řepka pěstovaná v České republice nachází uplatnění převážně v potravinářském, resp. krmivářském průmyslu. Tomu je podřízen výběr odrůd, které by měly pocházet ze skupiny řepok dvounulových („00“), tzn. bez kyseliny erukové – první „nula“ - a s nízkým obsahem glukosinátolů – druhá „nula“ (kyselina eruková, pokud je ve větším množství obsažena v řepkovém oleji, může způsobit kornatění cév). Při vlastním výběru odrůdy jsou pro pěstitele rozhodujícími parametry zejména výnos semene, obsah glukosinulátů, odolnost proti vyzimování, chorobám a polehání. (BARANYK, 1996). Zásadně je třeba volit pouze certifikované osivo registrovaných odrůd, které jsou zapsány ve Státní odrůdové knize (BARANYK, 2002).

Ve Státní odrůdové knize je v současné době zapsáno 97 odrůd (převzato: <http://nou.ukzuz.cz/ido/index.html>). Společný katalog odrůd a druhů (EU) sčítá přes 800 odrůd (ústní sdělení BARTA, 2014). Reálně spolu s odrůdami ze Společného EU katalogu se v ČR pěstuje asi 50-60 odrůd (BEČKA, 2007). Ze zkušeností nejlepších

pěstitelů a z hlediska dosažení co největší jistoty dobrého výnosu vyplývá, že je výhodné pěstovat dvě (či více) odrůd řepky, abychom minimalizovali možný negativní vliv ročníku na růst a vývoj rostlin. Při využití odrůd s různou raností můžeme zároveň tímto způsobem lépe načasovat sklizeň porostů (BARANYK 2002).

Tabulka č. 3 ukazuje různé typy odrůd řepky, s kterými se lze setkat.

Tabulka č. 3: Klasifikace typů řepky (převzato: VAŠÁK a kol., 2000).

Označení	Vlastnosti
„EG“	klasická řepka s vysokým obsahem kyseliny erukové (KE) – cca 50 % a glukosinolátů (GSL) – cca 90 – 150 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ semene
„0“	bezeruková řepka (do 5 % KE) s nesníženým obsahem GSL (90 – 150 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ semene)
„00“	dvounulová řepka (do 2 % KE, obsah GSL snížený na úroveň do 30 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ semene)
„000“	žlutosemenná řepka s minimálním obsahem KE, se sníženým obsahem GSL a se sníženým obsahem vlákniny v semeni z cca 12 na 6 %
„0000“	kromě vlastností popsaných v typu „000“ navíc redukováný obsah nestabilní kyseliny linolenové
„E0“	řepka s vysokým obsahem KE (cca 50 %) a nízkým podílem GSL (do 30 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ semene)
hybridní řepka	vlivem heterozního efektu je výnos zvýšen o 15 – 20 % oproti známým odrůdám, kvalita odpovídá typu „00“
transgenní řepka	geneticky pozměněná řepka (např. rezistentní proti některým herbicidům, obsahující mastné kyseliny typické pro tropické olejniny apod.)
dwarf (trpasličí)	řepka s velmi nízkým vzrůstem (do 0,8 m), mrazuvzdorná, málo konkurenceschopná k zaplevelení
apetální (bez korunních plátků)	řepka bez korunních plátků, lepší průnik světla do porostu, menší riziko chorob

3.1.4.4 Založení porostu řepky

Správné založení porostu řepky je klíčovou záležitostí celé technologie, neboť deficitní porost snižuje efektivnost navazujících, zpravidla značně nákladných

agrotechnických opatření, jako je např. hnojení a ochrana proti škodlivým organismům (SOUKUP, 2007). Kritickými body při zakládání porostu řepky ozimé je dodržení agrotechnické lhůty výsevu, správný „management“ posklizňových zbytků, omezení konkurence výdrolu a vytvoření seťového lůžka s dobrou kapilaritou a malou hrudovitostí (BARANYK, 2010).

a) Zpracování půdy

Technologické postupy zpracování půdy k ozimé řepce jsou v současnosti velmi blízké postupům používaným u obilnin. Používají se i stejné stroje a podle hloubky intenzity kypření půdy je můžeme rozdělit na **tradiční technologie** zpracování půdy s použitím radličného pluhu, **bezorebné (minimalizační) technologie** zpracování půdy, kdy je orba vynechána a půda je zpracována většinou talířovými podmiťáči do 12 cm se současným zapravením většiny posklizňových zbytků do svrchní části ornice a **půdoochranné technologie** zpracování půdy, kdy je půda ponechána bez zpracování, nebo je pouze povrchově kypřena do 8 cm, převážně radličkovými podmiťáči a většina posklizňových zbytků zůstává na povrchu půdy (BEČKA a kol., 2007).

V hlavních produkčních oblastech řepky se snadno zpracovatelnými půdami je pěstíteli preferována orba (BARANYK, 2010). Zejména fyto-sanitární účinky orby jsou velmi závažné a pouze nákladně nahraditelné (SOUKUP, 2007). Hlubší zpracování půdy je pro řepku žádoucí, a proto i při použití bezorebných technologií začíná být mělké zpracování půdy nahrazováno hlubším kypřením do hloubky 15-25 cm, aby došlo k provzdušnění profilu, rychleji infiltrovaly srážky a nebyl brzděn rozvoj kořenového systému (BARANYK, 2010).

Orba:

Technologie s využitím orby se v běžných půdních podmínkách vyznačují vysokou jistotou kvalitního založení a vývoje porostu i při částečném zanedbání některých agrotechnických zásad, např. volbě předplodiny, výživě, regulaci zaplevelení aj. (HOSNEDL, VAŠÁK, MEČIAR, a kol., 1998). Na základě pokusů a výsledků z praxe lze pro řepku jednoznačně doporučit tzv. **čerstvou orbou** před setím. Řepka (na rozdíl od obilí) klíčí ze vzdušné vody - rosy či deště. Čerstvá orba vynese studenou půdu k povrchu, na které se v noci sráží voda. Řepce pak stačí jen

1-2 dny na nabobtnání a za 4-6 dnu začne i za nedostatku srážek vzházet. Principem čerstvé orby je pozemek zorat, připravit a do 24 hodin vyset (BEČKA a kol., 2007).

Bezorebné zpracování:

V současné době jsou velmi rozšířené bezorebné (minimalizační) technologie přípravy půdy pro řepku. Tyto technologie lze doporučit na mělké, suché, kamenité a těžko zpracovatelné půdy se sklonem k hrudovitosti. Účelné je bezorebně připravovat půdu těsně před setím, většinou opakovaně a bez předchozí podmínky. Bezorební příprava by pro řepku měla být vždy dostatečně hluboká, aby nedošlo ke zkrácení kořenů (BEČKA a kol., 2007). Při bezorebných technologiích je kvalita zapravení a rozmístění rostlinných zbytků základní podmínkou úspěchu. V oblastech s příznivými vláhovými poměry je možné zbytky rovnoměrně rozptýlit v celé hloubce zpracovávané vrstvy. (BARANYK, 2010).

Půdoochranné technologie:

U řepky ozimé doposud málo využívané postupy. Příčinou je drobné semeno a malá hloubka výsevu, jejíž rovnoměrnosti je v podmínkách nerovného a utuženého pozemku po sklizni obiloviny obtížné dosáhnout (HOSNEDL, VAŠÁK, MEČIAR, a kol., 1998). Ve výsušných oblastech, kde se v posledních letech rozšiřují tzv. půdoochranné technologie, se posklizňové zbytky buď ponechávají na povrchu půdy (přímé setí), nebo se zapraví pouze mělce, aby nebyla narušena kapilarita v hlubších vrstvách orničního profilu (BARANYK, 2010).

b) setí

Termín založení porostu je důležitý pro dosažení požadované růstové fáze na podzim a vytvoření dostatku asimilátů, nezbytných pro dobré přezimování a rychlou regeneraci na jaře. Agrotechnický termín výsevu u řepky je optimální okolo 10. – 30. Srpna (SOUKUP, 2007). Řepku je možné zakládat všemi secími stroji, které jsou schopny nastavit výsevek 1,5-2,5 kg/ha. V přepočtu na rostliny se ve většině případů vysévá 35-80 semen/m² (dolní hranice pro hybridní odrůdy, vyšší pro liniové odrůdy). V současné době moderních odrůd je trend výsevek neustále snižovat. Rozteč řádku je nejběžněji 12,5-25 cm avšak velmi rychle se rozvíjí takzvaná

technologie striptill při které se seje na rozteč řádků 37,5 cm (Horsch Focus) se současným přihnojením pod patu.

3.1.4.5 Ochrana proti škodlivým činitelům

a) Ochrana proti plevelům

Ochrana proti plevelům úzce souvisí se zakládáním porostu, protože je začleněna buď přímo mezi operace zpracování půdy, nebo navazuje bezprostředně po výsevu (SOUKUP, 2007). Na rozdíl od ostatních plodin lze ochranu v řepce úspěšně a ekonomicky efektivně uskutečnit pouze na počátku vegetace a jako základní ošetření proto převažují preemergentní (před vzejítím, do 3 dnů po zasetí) a časně postemergentní (po vzejití) aplikace herbicidů. Hlavními a nejškodlivějšími plevele ozimé řepky jsou vzrůstné a vysoce konkurenceschopné jednoleté přezimující druhy. Všeobecně rozšířené v celé republice jsou svízel přitula, heřmánkovité plevele, mák vlčí, chrpu modrou, peníze rolní a violky, takže většina doporučení herbicidní ochrany je cílena právě s ohledem na ně (BARANYK a kol., 2010).

b) Ochrana proti chorobám

Ozimá řepka je v současné době poškozována mnoha druhy houbových patogenů. Ochrana proti nim se stala nedílnou součástí technologie pěstování řepky a patří k důležitým intenzifikačním faktorům (KAZDA, 2007). Jako hlavní houbové choroby můžeme označit fómovou suchou hnilobu, sklerotiniovou hnilobu, verticiliové vadnutí, plíseň šedou a černě (BARANYK a kol., 2010).

Fómová suchá hniloba: Patří k hospodářsky nejvýznamnějším houbovým chorobám ozimé řepky. Příznaky onemocnění se na rostlinách mohou objevit ve všech vývojových stádiích. Základní metodou ochrany je setí zdravého osiva, dále dodržování zásad správného zpracování půdy, střídání plodin a přiměřené hustoty setí. Cílená ochrana se provádí v podzimním a případně jarním období, zpravidla fungicidy používanými k regulaci růstu. Běžně se používají účinné látky tebuconazole nebo metconazole (BARANYK a kol., 2010).

Sklerotiniová hniloba: Chorobu způsobuje půdní houba *Sclerotinia sclerotiorum* (hlízenka obecná). Spolu s fómovou hnilobou patří k nejvýznamnějším chorobám ozimé řepky a při silném výskytu mohou snížit výnos až o 50 %. K infekci dochází v období květu, kdy začínají opadávat první květní plátky. První známkou napadení jsou protáhlé, vodnaté skvrny na hlavním stonku. Skvrny rychle šednou, často mívají

stříbřitý nádech. Základní metodou ochrany je zabránit vytvoření půdní zásoby sklerocií v půdě a dodržovat čtyřletý odstup při pěstování hostitelských rostlin. Jako cílená ochrana se používá chemická ochrana fungicidy v době květu (KAZDA, 2007).

c) Ochrana proti škůdcům

Ochrana proti živočišným škůdcům ozimé řepky je velmi důležitá. Mezi hlavní a nejzásadnější škůdce se řadí blýskáček řepkový, krytonosec řepkový, krytonosec šešulový, krytonosec čtyřzubý, bejlmorka kapustová, dřepčící a plži. Hlavní chemická ochrana se provádí v jarním období většinou ve třech insekticidních postřicích. Jako první je zásah proti krytonosci řepkovému a čtyřzubému, kteří nalétávají do porostu při teplotách 10-12 °C. Krytonosci vytvářejí vpichy na stonku asi o průměru 1 mm, kde kladou vajíčka. Larvy se nadále vyvíjejí ve stonku a tím se rostliny deformují a zkrucují. Mechanický poškozené stonky představují vstupní brány pro sekundární infekce. Druhá insekticidní ochrana je prováděna v době zelených pupat proti blýskáčku. Ten do porostu nalétává při teplotě vzduchu 15 °C, tam se prokousává do pupat a zčásti je vyžírá. Důsledkem je nepravidelné nasazení květů, případně šešulí. Třetí aplikace insekticidu se provádí v době kvetení proti bejlmorce kapustové a krytonosci šešulovému (BARANYK a kol., 2010; KAZDA, 2007).

Chemické aplikace by se vždy měly provádět na základě signalizace náletu škůdce do porostu a aplikovat v případě, kdy byl překročen práh ekonomické škodlivosti

3.2 Fytohormony

Růst a vývoj rostlin byly dlouho spojovány jen s vlivy výživnými (trofickými), avšak již roku 1880 vyslovil německý botanik Julius von Sachs hypotézu, že se v rostlinách tvoří specifické látky orgánovorné. Domníval se, že jedna látka způsobuje růst stonku a jiné růst listu, kořene nebo květu, avšak to nikdy nebylo u rostlin identifikováno. Teprve koncem dvacátých let našeho století byl výzkum růstové fyziologie rostlin obrácen k tzv. růstovým látkám záhy označovaným jako rostlinné hormony (PROCHÁZKA a kol., 1997).

Růst rostlin je ireverzibilní změna jejich tvaru. Obvykle se u něho klade důraz na kvalitu, avšak růst je spojen s diferenciací, tedy se změnami kvalitativními, ty se zahrnují do pojmu vývoj. Regulátory rostlinného růstu, nemají tedy vztah jen k růstu, ale i k vývoji rostlin (PROCHÁZKA a kol., 1997).

Řepka si vytváří rostlinné hormony, které podporují její růst, tzv. růstové látky (rostlinné stimulatory) a zábranné látky (inhibitory) to jsou rostlinné hormony, které její růst naopak brzdí (PSOTA, ŠABÁNEK, 1999).

Většina rostlinných fyziologů přijímá definici stejnou jako pro hormony živočišné: rostlinný hormon je organická sloučenina syntetizovaná v jedné části rostliny a translokována do části jiné, kde fyziologickou reakcí vyvolávají velmi malé dávky. Rostlinné hormony jsou přirozené regulátory růstu, tj. jsou syntetizovány rostlinou samotnou. Anorganické ionty, jako K^+ nebo Ca^{2+} , byť způsobují důležité fyziologické reakce, nelze považovat za hormony. Nemůžeme za ně považovat ani organické regulátory růstu, které byly syntetizovány jen organickými chemiky (např. Kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová) nebo v jiných organismech, než jsou rostliny. Jak fytohormony, tj. přirozené růstové regulátory, tak i syntetické regulátory růstu často rozlišujeme na regulátory povahy stimulační (stimulatory) a povahy inhibiční (inhibitory). Rozlišení je však málo přesné, neboť i „stimulátor“ může ve vyšší koncentraci růst inhibovat a naopak „inhibitor“ ve velmi nízké koncentraci může působit stimulačně (PROCHÁZKA a kol., 1997).

Nesmírně komplikovaná podstata působení rostlinných hormonů nebyla dosud zdaleka plně objasněna. Je tomu tak především proto, že dosud známe jen určitou část rostlinných hormonů regulujících růst a další fyziologické a morfogenetické procesy v těle rostlin. Mimoto se během ontogeneze rostlin může měnit jejich citlivost vůči jednotlivým rostlinným hormonům. Ty jeví často i účinky vůči sobě protikladné nebo jeden hormon mění koncentraci druhého. Také iniciální působení dané vazbou hormonu na receptor není snadné zachytit (KUTINA a kol., 1988).

V dnešní době máme nejvíce informací o fytohormonech tří početných skupin, které jsou známi jako auxiny, gibereliny a cytokininy. K dalším významným a rozšířeným fytohormonům patří kyselina abscisová a etylén. Zmíněné základní fytohormony mají nenahraditelnou funkci v naprosté většině rostlin (HEJNÁK a kol., 2005). Z výzkumu zákonitostí růstu a vývoje rostlin vyplývá, že v těchto procesech hrají významnou roli fytohormony a jejich interakce (PROCHÁZKA a kol., 1997).

Znázornění hlavních růstových regulátorů a jejich strukturálních vzorců se nachází v obrázku č. 4.

Obrázek č. 4: Přehled hlavních růstových regulátorů (převzato: MACHÁČKOVÁ, 1998).

SKUPINA	NEJDŮLEŽITĚJŠÍ LÁTKY	VZOREC	ZKR.	SKUPINA	NEJDŮLEŽITĚJŠÍ LÁTKY	VZOREC	ZKR.
auxiny	indolyl-3-octová kyselina		IAA	polyaminy	putrescin	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$	Put
	fenyloctová kyselina		PAA		spermidin	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$	Spd
				spermin	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}(\text{CH}_2)_4\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2$	Sp	
cytokininy	zeatin (4'-hydroxy-6-izopentenyloaminopurin)		Z	jasmonová kyselina	jasmonová kyselina		JA
	izopentyladenin (6-izopentenyloaminopurin)		IPA		brassinosteroidy	brassinolid	
gibereliny	giberelin A ₁		GA ₁	fenolické látky		p-hydroxybenzoová kyselina	
	giberelin A ₃		GA ₃		p-kumarová (4-hydroxy-skořicová) kyselina		pCA (HCA)
abscisová kyselina	abscisová kyselina		ABA		ferulová (4-hydroxy-3-metoxyskořicová) kyselina		FA
	etylen	etylen	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$		naringenin		—
				kumarin		—	

3.2.1 Auxiny

Auxiny patří mezi hlavní rostlinné hormony. Podílí se na mnoha procesech jak vývojových tak i morfogenetických, které jsou založené na diferenciálním dělení a prodlužování buněk, jako je např. vývoj embrya, diferenciace cévního pletiva či růstové odpovědi na vnější podněty (WOODWARD, BARTEL, 2005; FLEMING, 2006).

3.2.1.1 Objevení auxinů

Název auxin je odvozen z řeckého slova „*auxein*“, který v překladu znamená růst. Auxiny spadají mezi nejdéle známé rostlinné hormony. Byly poprvé objeveny

na konci 19. století a to Charlesem Darwinem při studiu fototropizmu a gravitropizmu. Studoval reakci koleoptile na světlo (NOVÁČEK, 1986). V roce 1926 se podařilo F.W.Wentovi vysvětlit hlavní podstatu fototropizmu. Prokázal, že špičky koleoptilí ovsa produkují látku, která stimuluje prodlužovací růst. Struktura této látky byla zjištěna ve 30. letech 19. století v lidské moči a byla nazvána heteroauxinem a identifikována jako kyselina indolyl-3-octová (IAA) (KINCL a kol., 2000).

3.2.1.2 Chemická struktura auxinů

Mezi nejznámější přirozeně se vyskytující auxiny patří kyselina indolyl-3-octová (IAA) (obr. č. 5). V poslední době byly v rostlinách objeveny další přirozeně vyskytující se auxiny, mezi které patří kyselina indolyl-3-máselná (IBA), kyselina 4-chlorindolyl-3-octová (4-Cl-IAA) a kyselina fenyl-octová (PAA). Podmínkou biologické aktivity auxinů je přítomnost aromatického kruhového systému, v jehož postranním řetězci je umístěna karboxylová skupina nebo skupina, která se jednoduše převádí na skupinu karboxylovou. Byla nalezena celá řada synteticky připravených derivátů auxinů, jsou to slabé organické kyseliny. Podmínkou syntetických auxinů je výskyt alespoň jednoho uhlíkového nebo kyslíkového atomu mezi aromatickým kruhem a karboxylovou skupinou (PAVLOVÁ a kol., 2005).

Syntetické auxiny rozdělit do 5 skupin (MACHÁČKOVÁ, 1997):

- ✓ Indolové kyseliny: indolyl-3-propionová (IPA), IBA a 4-Cl-IAA
- ✓ Naftalenové kyseliny: α -naftyloctová (NAA), β -naftoxyoctová (NOA)
- ✓ Chlorfenoxykyseliny: 2,4-dichlorfenoxyoctová (2,4-D), 2,4,5-trichlorfenoxyoctová (2,4,5-T), 2-metyl-4-chlorfenoxyoctová (MCPA)
- ✓ Benzoové kyseliny: 2,3,6- a 2,4,5-trichlorbenzoová, dicamba
- ✓ Deriváty kyseliny pikolinové: picloram

3.2.1.3 Auxiny v rostlinách

Auxiny působí jinak na růst koleoptile, pupenů a stonku než na růst kořenů. Kořeny jsou velmi citlivé k vnější stimulaci. Růst stonků je nejméně citlivý na určitou koncentraci auxinů. Pak následují v citlivosti pupeny a koleoptile (KUTINA a kol., 1988).

Nejlépe prostudovaným účinkem auxinů je stimulace dlouhivého růstu. S růstovou stimulací souvisí i úloha auxinu v regulaci tropismů (gravitropismus, fototropismus). Pod vlivem gravitace či jednostranného osvětlení dochází k nerovnoměrné laterální distribuci IAA a v důsledku toho k nerovnoměrnému růstu a ohybu. Vyšší koncentrace auxinů naopak v řadě případů růst inhibují, často v důsledku zvýšené tvorby etylenu. Auxin je produkován z větší části v apikální oblasti (mladých listech, květech a plodech) a transportován bazipetálně. Další z výrazných růstových účinků auxinu je stimulace tvorby kořenů. Aplikace auxinu stimuluje tvorbu adventivních kořenů na segmentech stonků i u explantátů. Auxin je rovněž důležitý pro vyvíjející se plody, udržení polarity buněk, orgánů i celé rostliny (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.2.2 Cytokininy

Cytokininy jsou spolu s auxiny uváděny jako hlavní růstové regulátory rostlin. Indukují dělení buněk v rostlinných pletivech za přítomnosti optimální koncentrace auxinů. Protože je buněčné dělení velmi zásadní pro většinu pochodů v rostlinném organizmu, záhy se k nim obrátila pozornost řady vědců a tento zájem trvá v podstatě dodnes. Díky tomu bylo o cytokininech nashromážděno značné množství poznatků, nejprve spíše empirickým pozorováním, později také konkrétnějších poznatků o jejich syntéze a degradaci i účinků na jednotlivé buněčné pochody a expresi různých genů (MACHÁČKOVÁ, 1998).

3.2.2.1 Objev cytokininů

K objevu cytokininů vedl rozvoj technik rostlinných tkáňových kultur. Buňky v rostlinných explantátech se mohly dělit pouze v přítomnosti určitých látek, které byly podle své funkce, stimulace buněčného dělení, nazvány cytokininy. Prvními objevenými a izolovanými cytokininy byly kinetin a zeatin. Kinetin byl izolován z autoklávované DNA z rybího spermatu ve 30. letech 20. století. Zeatin byl izolován z nezralého endospermu kukuřice. Na základě testování jeho biologické aktivity, byly cytokininy definovány jako látky, které v přítomnosti auxinů stimuluji buněčné dělení (MACHÁČKOVÁ, 1998).

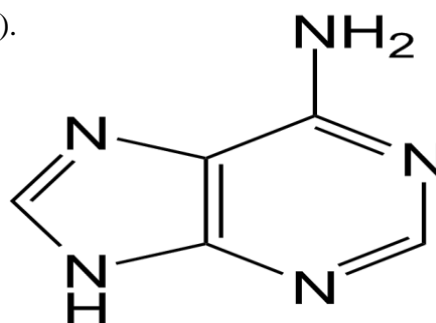
3.2.2.2 Chemická struktura cytokininů

CK jsou jedinými rostlinnými hormony, které jsou součástí aparátu syntetizujícího v buňce bílkoviny. Jsou součástí molekul některých t-RNA. Zde zvyšují specifickou afinitu antikódu ke kodům (i-RNA nesoucí informaci). Tím zvyšují plynulost translace – proteosyntézy. Stejně jako AU i CK působí v buňce nejméně na dvou odlišných místech. Rychlý účinek se projevuje během několika minut prodlužováním buněk a permeabilitou membrán. Všechny přirozené cytokinininy jsou odvozeny od čtyř základních substitucí adeninu v poloze N-6:

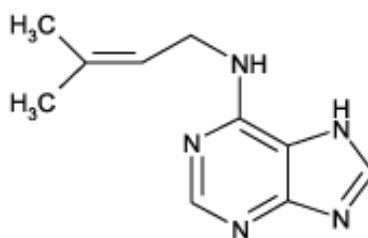
- ✓ N6 – adeninu
- ✓ *Cis* – a *trans*- zeatinu
- ✓ Dihydrozeatinu
- ✓ N6 – benzyladeninu (KUTINA, 1988).

V současné době známe více než 30 přirozených cytokininů. Jejich prekurzorem je adenin (Obr. č. 5), který je substituovaný na aminoskupině v poloze 6. Tato konfigurace je podmínkou biologické aktivity (MACHÁČKOVÁ, 1998). Přirozené cytokinininy můžeme podle struktury jejich postranního řetězce rozdělit do dvou skupin: na izoprenoidní (ISCK) a aromatické (ARCK). Jejich biologická účinnost je z kvalitativního hlediska hodně podobná, ale účinná koncentrace se od sebe liší. Nejvíce zastoupenou skupinou jsou cytokinininy izoprenoidní. Hlavně pak N6-(Δ^2 -izopentenyl) adenin a jeho hydroxylovaný derivát, zeatin (Obr. č. 6), existující ve dvou konformacích. Vysoce biologicky aktivním a také hojně se vyskytujícím izomerem je *trans*-zeatin (Obr. č. 7). Zatímco jeho *cis*-izomer má aktivitu spíše nízkou. Posledním zástupcem této skupiny cytokininů je dihydrozeatin, nasycený analog *trans*-zeatinu (KENDE, 1971).

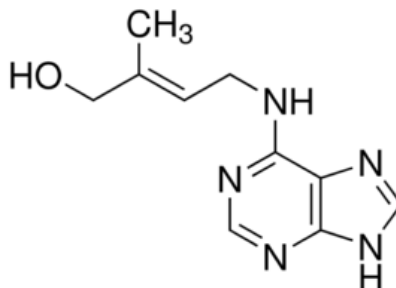
Obrázek č. 5: Adenin (prekurzorů biosyntézy cytokininů) (převzato: <http://www.chemie.unibas.ch>).



Obrázek č. 6: *N*6-(Δ 2-isopentenyl)adenin (izoprenoidní cytokininy) (převzato: <http://www.enzolifesciences.com>).



Obrázek č. 7: *Trans*-zeatin (převzato: <http://www.sigmaaldrich.com>).



Méně obvyklé ARCK byly považovány za vzácné, ale zdokonalení analytických metod přineslo poznání, že mají v rostlinné říši široké zastoupení. Jedná se o *N*6-benzyladenin a jeho hydroxyderiváty, topoliny, z nichž je výrazněji biologicky aktivní pouze *meta*-topolin (STRNAD, 1997). Vzhledem k jejich vysoké stabilitě, ARCK se obvykle používají při práci s tkáňovými kulturami, např.: benzyladenine. Zvláštní skupinu pak tvoří některé syntetické deriváty močoviny, ty se vyznačují cytokininovou aktivitou. Hlavně se jedná o fenylmočovinu a thidiazuron (KENDE, 1971).

3.2.2.3 Cytokininy v rostlině

Cytokininy jsou přítomny v relativně vysokých množstvích ve vrcholcích kořenů a ránových šňávách z kořenů. Tyto šňávy jsou schopny oddálit stárnutí pletiv listů. Bylo již uvedeno, že Cytokininy jsou syntetizovány v kořenech a odtud transportovány transpiračním proudem do výhonů a listů. Zde působí především svým vlivem na nukleové kyseliny jako konstruktivní činitel při budování jednotlivých orgánů a jejich udržování v dobrém zdravotním stavu a funkci (KUTINA a kol., 1988).

Cytokininy mají shodné účinky na řadu biologických procesů např. na stimulaci větvení a odnožování rostlin, stimulace větvení a odnožování rostlin, redukce

plouživého růstu stonku, iniciace růstu adventivních pupenů, inhibice diferenciacce a růstu kořenů a oddálení stárnutí pletiv (LI a kol., 1992).

Z praktických aplikací cytokininů je nejvýznamnější jejich využití v rostlinných biotechnologiích jako složek kultivačních médií při odvozování a udržování rostlinných tkáňových kultur a dále při regeneraci a mikropropagaci rostlin *in vitro* (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.2.3 Gibereliny

V mnoha oblastech rostlinného vývoje jsou gibereliny jedny ze základních regulátorů. Jedná se o proces klíčení semen, prodlužovacího růstu a kvetení. V rostlinách je biosyntéza giberelinů řízena mechanismem zpětné vazby. Konečný krok, který vede k syntéze biologicky aktivních giberelinů katalyzuje enzym GA 3-oxidáza (MATSUSHITA a kol., 2007).

3.2.3.1 Objev giberelinů

Gibereliny byly již od třicátých let známy jako původci choroby rýže zvané *bakanae*, jejich struktura však byla známá až v letech padesátých. Choroba je vyvolána houbou *Gibberella fujikuroi*. Po napadení rostlin dochází k urychlení dlouhivého růstu (Obr. č. 8). To vede k etiolizaci a v některých případech také k úhynu rostliny. Jako první byla izolována kyselina giberelová (GA3). Další výzkum ukázal, že v rostlinách se vyskytuje více druhů giberelinů. Pro identifikaci byl vytvořen a zaveden systém jejich číslování. V současné době je známo přibližně 100 derivátů základního skeletu (MACHÁČKOVÁ, 1998).

Obrázek č. 8: Rostliny rýže (*Oryza*) napadené nemocí *bakanae* (napadené rostliny jsou výrazně vyšší) (převzato: <http://www.chimicare.org>).

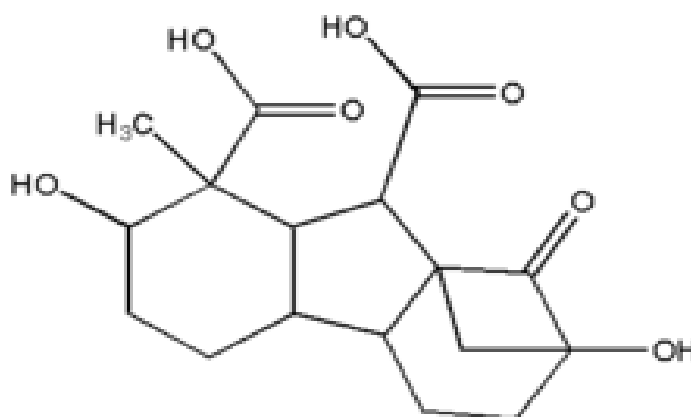


3.2.3.2 Chemická struktura giberelinů

Chemicky můžeme gibereliny zařadit mezi terpeny, přesněji řečeno mezi tetracyklické diterpenoidy (obr. č. 9). Jedná se o slabé organické kyseliny, které tvoří bílé krystalky, špatně rozpustné ve vodě a dobře rozpustné v organických rozpouštědlech nebo mírně alkalických vodných roztocích (SALAŠ, 2003).

Gibereliny rozdělujeme do dvou skupin dle struktury: na gibereliny s 19 a 20 atomy uhlíku, kde gibereliny C-19 mohou vznikat z derivátů C-20 vytvořením laktonového kruhu za odštěpení CO₂. Jednotlivé gibereliny se odlišují laktonovým kruhem, počtem a polohou hydroxylových a karboxylových skupin. Aktivita jednotlivých giberelinů závisí nejen na jejich struktuře, ale také na tom, ve které fázi růstu se ta která rostlina nachází. Soubor aktivních giberelinů může být odlišný i v různých orgánech jedné rostliny. Málo aktivní gibereliny se obvykle považují za prekurzory či metabolity odbourání giberelinů aktivních. Obecně lze však říci, že podmínkou aktivity je neporušený *ent*-giberelanový skelet a karboxylové skupiny v poloze 7 a 19 (MACHÁČKOVÁ, 1998).

Obrázek č. 9: Strukturální vzorec giberelinu (převzato: <http://cs.wikipedia.org>).



3.2.3.3 Gibereliny v rostlinách

Podobně jako auxiny i gibereliny významně stimulují dlouhivý růst. Na rozdíl od auxinů se tento účinek týká pouze nadzemních částí rostlin, růst kořenů není gibereliny obvykle ovlivněn (PROCHÁZKA a kol., 1997). Gibereliny přitom zvyšují jednak dělení mladých buněk v meristematických oblastech, jednak prodlužování buněk v oblastech dlouhivého růstu, kdežto v oblastech s dorostlými a

diferencovanými buňkami je jejich vliv již malý nebo žádný. Gibereliny také zvětšují průměr buněk a ovlivňují tloušťku buněčných stěn a dřevních vláken (KUTINA a kol., 1988).

V padesátých letech, kdy byla intenzivně studována indukce kvetení a kdy také byly objeveny gibereliny, se ukázalo, že gibereliny indukují kvetení u dlouhodobých rostlin vytvářejících ve vegetativním stavu přizemní listovou růžici. Tento induktivní účinek však nebyl pozorován ani u ostatních dlouhodobých rostlin, ani u rostlin krátkodobých. Semena mnohých rostlinných druhů vyžadují pro klíčení ozáření nebo působení nízké teploty po určité období. U většiny těchto semen lze dormanci překonat také aplikací giberelinů. Podrobnější studium tohoto jevu prokázalo, že gibereliny jsou významným endogenním regulátorem klíčení rostlin (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.2.4 Kyselina abscisová

Kyselina abscisová, též v minulosti zvaná abscisin II nebo dormin, někdy označovaná zkratkou ABA (z angl. *Abscise Acid*) je inhibiční fytohormon, zpomaluje růst rostlin, připravuje rostlinu na období vegetačního klidu (ANONYMUS 1).

Kyselina abscisová je účinná signální molekula. Jestliže je rostlina vystavena stresovým podmínkám, mění se její koncentrace, tím ovlivňuje celou řadu rostlinných procesů. Jedná se např. o pohyby prùduchů nebo rychlost růstu kořenů a listů. Rostlina si tento hormon syntetizuje v listech a kořenech, ale je i schopna ho přijímat z půdy (SAUTER a kol., 2001).

3.2.4.1 Objev kyseliny abscisové

Kyselina abscisová byla objevena při paralelním studiu dvou procesů: opadu listů a dormance pupenu stromů. Z listu dormantního javoru byla izolována frakce s inhibičními účinky na růst segmentů koleoptilí. Byla nazvaná dormin. Jiná látka byla izolovaná z opadlých mladých plodů bavlníku (*Gossypium* sp.) a nazvaná abscisin (abscise-odpad). Později bylo zjištěno, že účinná složka je u obou látek stejná a byla nazvaná kyselina abscisová (MACHÁČKOVÁ, 1998).

3.2.4.2 Chemická struktura kyseliny abscisové

Stejně jako u předchozích skupin fytohormonů, je pro aktivitu kyseliny abscisové důležitá její chemická struktura. Kyselinu abscisovou řadíme mezi seskviterpeny s uhlíky, ty jsou uspořádány do cyklu a s postranním řetězcem (Obr. č:11). Jde se o látku opticky aktivní, ovšem v rostlinách se přirozeně vyskytuje pouze (+)-(S)-enantiomer. Jedná se o zachování dvojné vazby v cyklu, hydroxylové skupiny v poloze 1 a cis-konfigurace postranního řetězce. Z toho plyne, že většina změn ve struktuře její molekuly vede k redukci až ztrátě aktivity této látky (MACHÁČKOVÁ, 1998).

3.2.4.3 Kyselina abscisová v rostlinách

Kyselina abscisová je regulátorem odpovědi rostlin na její podmínky prostředí: stres ze sucha, nízké teploty, zasolení, aj. Nejvíce ze všech úloh je prostudovaná úloha ABA při stresu ze sucha. Výsledky pokusů ukazují, že ABA mohou syntetizovat kořeny jako reakci na působení stresu v množství, které mění hospodaření rostliny vodou ještě předtím, než se projeví stresem v listech, tj. uzavřením průduchů, zmenšením buněk apod. (KINCL, KRPEŠ, 2006).

Kyselina abscisová podporuje uzavírání průduchů, a to tím, že rychle mění průtok iontů do svěřacích buněk průduchů. Mezi další funkce kyseliny abscisové patří např. změny genové exprese (LEUNG, GIURADAT, 1998).

3.2.5 Etylen

Etylen – EN ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$, C_2H_4) je rostlinný hormon, který je normálním produktem metabolismu rostlin. Zatímco působení AU, CK a GA více méně podněcují růst nebo dělení buněk, působení EN je různé, v interakci s promotory EN brání nadměrnému růstu pletiv a orgánů rostlin v procesech jejich vývoje (EN ruší AU, AU aktivuje EN). Má velmi širokou škálu aktivity u klíčenců, mladých rostlin i dospělých rostlin (KUTINA, 1988).

Etylen má vysokou fyziologickou aktivitu, jako jediná molekula z ostatních fytohormonů. Etylen je stálý a bezbarvý plyn. Hlavními jeho účinky jsou inhibice růstu kořenů, stimulace dlouhivého růstu stonků, řapíků a stimulace dozrávání některých plodů. Zvýšená tvorba etylenu se vyvolává nedostatkem nebo nadbytkem

vláhy, teplotními výkyvy, zasolením, napadením patogeny i toxickými látkami. K praktickému využití je etylen nevhodný, a to díky svým vlastnostem. Výjimku tvoří jeho využití při dozrávání ovoce v kontrolované atmosféře. Reaguje nebo tvoří komplexy s řadou těžkých kovů (MACHÁČKOVÁ, 1997).

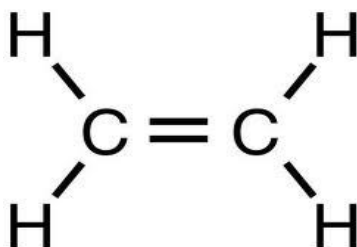
3.2.5.1 Objev etylenu

Vliv svítíplynu na některé procesy u rostlin byl znám již koncem 19.století (MACHÁČKOVÁ, 1998). V roce 1901 ruský vědec Dimitrij Neljubow zjistil, že aktivní složkou svítíplynu je etylen (ANONYMUS 2). Mezníkem ve studiu etylenu se stal r. 1959, kdy byla poprvé ke stanovení etylenu použita plynová chromatografie. Od té doby se datuje velký rozmach studia úlohy etylenu v regulaci růstu a vývoje rostlin (MACHÁČKOVÁ, 1998).

3.2.5.2 Chemická struktura etylenu

Na rozdíl od ostatních fytohormonů je etylen jedinou molekulou dané strukturní řady s vysokou fyziologickou aktivitou (obr. č. 10). Nejbližší strukturní analogon, propylen, jehož vlastnosti jsou velmi podobné etylenu, je již o 2-3 řády méně účinný a další uhlovodíky s dvojnou vazbou téměř neúčinné. Zajímavé je, že některé účinky etylenu lze vyvolat oxidem uhličitým. To je však pravděpodobně způsobeno ovlivněním syntézy etylenu a jeho retence v pletivech (MACHÁČKOVÁ, 1997).

Obrázek č. 10: Strukturální vzorec etylenu (převzato: <http://www.homeopatiecesky.cz>).



3.2.5.3 Etylen v rostlinách

Etylen je jediný dosud známý plynný hormon. Jeho plynný charakter je příčinou řady odlišností ve srovnání s ostatními fytohormony. Nejvýraznějším účinkem

etylenu je stimulace dozrávání některých plodů. Při zrání se mnohonásobně zvýší tvorba etylenu, který pak indukuje biochemické procesy zrání, např. degradaci celulózy, pektinu a škrobů. Podobně jako zrání stimuluje etylen stárnutí a opad listů, květů a plodů. Zvýšení tvorby etylenu je jednou z prvních reakcí rostlin na působení stresorů. Je reakcí téměř univerzální: zvýšenou tvorbu etylénu vyvolává nedostatek i nadbytek vláhy, anaerobióza, teplotní výkyvy, poranění, zasolení, napadení patogeny i toxické látky (PROCHÁZKA a kol., 1998).

V období vzházení řepky byl aplikován etephon, ale ani uměle zvýšená hladina etylenu v rostlinách neměla žádný vliv na její stárnutí nebo na buněčné dělení (CHILD a kol., 1997).

3.2.6 Brassinosteroidy

V roce 1979 američtí vědci isolovali z pylu *Brassica napus* nový steroidní lakton, dali mu jméno brassinoid, jeho název je odvozený od rostliny, ze které byl získán (HRADECKÁ a kol., 2004). Následný výzkum prokázal, že brassinosteroidy (BR) jsou velmi obsáhlou skupinou látek (dnes je známo více než 30 typů endogenních látek), vyskytujících se v širokém spektru rostlin a ve všech orgánech s výjimkou kořenů, kde jejich výskyt nebyl dosud dostatečně dokumentován. Nejvíce BR obsahují obvykle reprodukční orgány (květy, pyl, semena) (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.2.6.1 Struktura brassinosteroidu

Brassinosteroidy mají strukturu podobnou některým hmyzím hormonům. Ovšem není známo, zda se vyskytují i v živočišné říši. Podmínkou pro biologicky aktivní brassinosteroidy je přítomnost 7-oxolaktonového či 6-ketonového kruhu a sousední hydroxylové skupiny jak na kruhu, tak v postranním řetězci (PROCHÁZKA a kol., 1998).

3.2.6.2 Brassinosteroidy v rostlině

Brassinosteroidy výrazně stimulují dlouhivý růst, růst kořenů a jejich tvorbu, růst pylových láček, dělení buněk, ovlivňují růstové a regulační procesy, růst mladých vegetačních pletiv, indukují kvetení, zrání plodů, klíčení semen, oddalují opad listů a

plodů, podporují diferenciaci xylémových elementů a zvyšují odolnost rostlin k různým abiotickým a biotickým stresorům (např. sucho, nízká teplota, vysoká teplota, zasolení půdy, působení herbicidů a patogenů) (MACHÁČKOVÁ a kol., 1998). Z toho důvodu, že podporují klíčení semen, působí proti kyselině abscisové (SEIDLOVÁ, 2008).

Jsou důležité pro normální růst a vývoj řepky. Mutantní jedinci s deficitem brassinosteroidů jsou charakterističtí malým vzrůstem, tmavozelenými okrouhlými listy a omezenou plodností, či úplnou sterilitou. Po aplikaci brassinosteroidů, se úplně nebo částečně obnoví původní stavba a funkce rostliny (BISHOP, KONCZ, 2002).

3.2.7 Ostatní růstové hormony

3.2.7.1 Kyselina jasmonová

Kyselina jasmínová (JA) podobně jako ABA inhibuje růst pochev listů, hypokotylů aj. Inhibuje klíčení i růst kořenů. Stimuluje však zakládání hlíz a plní funkci plynné signální molekuly při reakci na dotyk, na patogeny, na jejich účinné látky (aktivují rychlou smrt buněk v místě infekce), tím zabraňují namnožení a šíření patogenů na poraněních, kdy aktivují syntézu inhibitorů (KINCL, KRPEŠ, 2006).

3.2.7.2 Polyaminy

Polyaminy jsou látky široce rozšířené ve všech živých organizmech. Jde o jednoduché organické látky s více aminoskupinami v molekule. V rostlinách se nejčastěji vyskytují putrescin, spermidin a spermin. Vyskytují se v různém vzájemném poměru v různých rostlinách a jejich orgánech, a to v relativně vysokých hladinách. Nejvyšší hladiny nacházíme v meristematických pletivech. Polyaminy hrají významnou úlohu v obraně rostlin proti stresům. Je to dáno zejména jejich ochranným účinkem na membrány a DNA. (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.2.7.3 Oligosachariny

Oligosachariny jsou fragmenty buněčné stěny uvolněné působením enzymů. Podle monosacharidů obsažených v molekule můžeme oligosachariny rozdělit do

následujících skupin: a) Xyloglukanové, b) Pektinové, c) Oligomery s glukosaminem (ALIDINGTON a kol., 1991).

Nejvýraznějším vlivem xyloglukanových oligosacharinů je jejich inhibiční účinek na dlouhivý růst, a to i na růst stimulovaný auxinem, giberelinem a nízkým pH. Pektinové oligosachariny inhibují dlouhivý růst, dále také často vystupují jako elicitory v různých obranných reakcích rostlin. Glukosaminové oligosachariny se účastní odezvy rostlin na napadení patogeny (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.2.7.4 Fenolické látky

Fenolické látky jsou velmi početné a různorodé sekundární metabolity. Do této skupiny zahrnujeme jak jednoduché deriváty benzenu, kyseliny benzeové a skořicové, tak i látky strukturně složitější, např. třísloviny a lignin. Většina přirozeně se vyskytujících fenolických sloučenin je přítomna ve formě konjugátů s monosacharidy či polysacharidy anebo se vyskytují jako funkční deriváty esterů a metylesterů. Fenolické látky můžeme nalézt napříč celou rostlinnou říší, ačkoliv mezi růstové regulátory řadíme pouze některé z nich (BALASUNDRAM a kol., 2006).

Syntéza fenolických látek vychází z fenylalaninu, který je za katalýzy enzymem fenylalaninamoniaklyázou (PAL) přeměněn na kyselinu skořicovou, do její molekuly jsou pak zaváděny hydroxylové a metoxylové skupiny. Tyto látky mohou být polymerizovány na lignin, suberin a třísloviny, ale mohou z nich vznikat i kumariny, flavonoidy apod. (MACHÁČKOVÁ, 1997).

3.3 Syntetické inhibitory růstu-retardanty

Rezervou pro zvyšování výnosů zemědělských plodin je maximální využití jejich výnosového potenciálu. Vnější zásahem, aplikací synteticky vyrobených růstových regulátorů, případně i přirozených látek, lze významně zasáhnout do fyziologických procesů rostlin, a ovlivnit tak řídicí systémy rostlin požadovaným směrem, tedy i směrem ovlivnění tvorby výnosových prvků (PROCHÁZKA, a kol., 1998).

Regulátory jsou látky, které ovlivňují fyziologické procesy v metabolismu rostlin díky tomu pozitivně působí na výnos či kvalitu (VAŠÁK, a kol., 2000).

Existující růstové retardanty lze rozdělit do tří skupin:

- a) Sloučeniny uvolňující etylen
- b) Inhibitory translokace giberelinů
- c) Inhibitory biosyntézy giberelinů

Regulační účinky syntetických růstových inhibitorů spočívají především v ovlivnění biosyntézy, resp. transportu fytohormonů podporujících prodlužovací růst, tj. auxinů a giberelinů. Náležejí k nim především inhibitory biosyntézy a transportu giberelinů, inhibitory auxinového transportu a sloučeniny uvolňující etylen. Nehormonální inhibitory růstu ovlivňují dělení a membránový systém buněk (PROCHÁZKA a kol., 1997).

V praxi nejpoužívanější je skupina tzv. retardantů, pro které se vžil pojem regulátory růstu. Většina z nich inhibuje biosyntézu giberelinu. Snižuje se tak jeho obsah v rostlinách a omezuje se jeho vliv na prodlužovací růst buněk a pletiv. Ovlivněním hladiny tohoto základního hormonu v rostlině můžeme díky existenci antagonismu a synergismu mezi fytohormony regulovat i obsah ostatních rostlinných hormonů. Mění se tak celé hormonální hospodaření rostlin (BARANYK a kol., 2007).

Chlor-cholin-chlorid (CCC)

Je to bílá krystalická látka, velmi hyroskopická, charakteristického zápachu, která se velmi lehce rozpouští ve vodě a ethylalkoholu a jiných polárních rozpouštědlech. Není rozpustná v etheru, chloroformu a ethylendichloridu. Nereaguje s nejběžnějšími herbicidy a dusíkatými hnojivy. CCC je ve srovnání s většinou přírodních růstových látek a také s cholinem stabilní sloučeninou. Ve vodném roztoku se nemění ani po 6 měsících a zahříván začíná se částečně rozkládat až při 215 až 240 °C. V půdě se však velmi rychle rozkládá (podle biologické činnosti asi za 14-28 dnů). CCC způsobuje silné zpomalení růstu a zkrácení stébel a stonků u pšenice ozimé i jarní, žita, semenářských porostů trojštětu žlutavého a kostřavy červené, brambor, tabáku, řepky, okurek, rajčat, fazolu, hrachu, sóje, chryzantém, azalek, poinsettie aj. Zvyšuje zimovzdornost ozimé řepky a zlepšuje suchovzdornost a mrazuvzdornost různých plodin a vůbec odolnost proti nepříznivým půdním a klimatickým faktorům (KUTINA a kol., 1988). Chlor cholin chlorid je klasickým

antigiberelinem. K optimálnímu účinku potřebuje teploty nad 7°C. Má velmi univerzální použití jak v obilninách, tak v řepkách (MACH, 2013).

Triazoly

Růstové regulátory azolového typu indukují mnoho morfologických i biochemických změn. Patří mezi ně např. zpomalování růstu nadzemní hmoty, stimulace růstu kořenové soustavy, inhibice biosyntézy giberelinů, ochrana rostliny před přírodními stresy atd. Tyto morfologické a biochemické změny dělají z azolových regulátorů ideální přípravky na ovlivnění vývoje a růstu mladých rostlin řepky (BEČKA a kol., 2013). Některé retardanty mají slabou fungicidní aktivitu a naopak. V případě triazolů, které jsou obvykle produkovány jako racemické směsi, mohou být někdy retardační a fungicidní aktivity odděleny. *Paclobutrazol* a některé jiné triazoly, včetně *unicazolu*, *tripentanolu BAS 110..W* a *BAS 111..W*, se uplatnily u obilnin a rýže. Některé jiné sloučeniny, které nejsou tak dlouhodobě účinné jako *paclobutrazol*, jsou potenciálně vhodné pro řepku. Triazoly mohou velmi vhodně působit na délku rostlin a strukturu porostu, mohou omezovat poléhání a napadení houbovými chorobami a zlepšovat přístup světla do porostu (PROCHÁZKA a kol., 1997). Tyto přípravky mají vedle dobrého fungicidního efektu poměrně silné účinky proti přerůstání a vyzimování řepky, posilují růst kořenů zvětšují sílu kořenového krčku, výrazně zlepšují ozelenění, zpomalují stárnutí pletiv, zvyšují počet větví, omezují poléhání (VAŠÁK a kol., 2000).

Daminozid

Daminozid (N-dimetylaminojantarová kyselina) je retardant růstu, který působí na řadu rostlinných druhů. Tato sloučenina se používá k regulaci růstu u některých okrasných rostlin. Vedle regulace vegetativního růstu především urychluje nasazení květních pupenů, chrání proti opadu plodů před sklizní a zlepšuje pevnost a kvalitu plodů u ovocných dřevin (PROCHÁZKA a kol., 1997).

3.4 Huminové látky a extrakty z řas rostlin

Huminové látky představují specifickou skupinu vysokomolekulárních a nízkomolekulárních látek tmavé barvy, které vznikají v procesu rozkladu

organických zbytků v půdě. Množství uhlíku, který se váže na huminové kyseliny půdy, rašeliny a uhlí, téměř čtyřikrát převyšuje množství uhlíku vázaného v organické látce všech rostlin a živočichů na celém světě. Proto již několik desetiletí je snaha získat huminový preparát, který má stejné, anebo alespoň velmi podobné vlastnosti jako přírodní humáty a dodatečnými aplikacemi vylepšit za jeho pomoci půdní podmínky či posílit fyziologii rostliny natolik, aby se to projevilo při sklizni. Cílem je tedy v posledních několika desetiletích průmyslová výroba humátu v co nejčistší podobě (VRBA, HULEŠ, 2006).

Takzvané „ SUBSTRÁTY“ obsahují mnoho fyziologických účinných látek, včetně přírodních fytohormonů. Z pohledu fyziologických účinků jsou významné ty huminové látky, které jsou získávané ze dřeva a ty extrakty z řas, které jsou získávané z chladných moří a oblastí dlouhých přílivových zón. Účinky jsou u obou skupin velmi podobné (MACH, 2013).

Účinky

Biologické působení huminových látek na živé organismy je založeno na tom, že intaktní molekuly huminových látek a vysokomolekulární zbytky jejich nitrobuněčné změny se lokalizují do buněčných stěn nebo do vnější vrstvy, kde se bezprostředně spojují s cytoplazmatickou membránou. Takovým způsobem vzniká na povrchu živé buňky analog aktivního filtru schopného plnit následující funkce:

- ✓ spojovat se s ionty těžkých kovů a přeměňovat je ve stabilní komplexy chelátového typu
- ✓ spojovat se s molekulami xenobiotik
- ✓ spojovat volné radikály vznikající v plazmatické membráně jako důsledek okysličování lipidů

Není vyloučeno, že v průběhu nitrobuněčné přeměny huminových látek a také v průběhu jejich průchodu přes buněčné stěny mohou vznikat nízkomolekulární části huminových látek, které jsou samostatnými biologicky aktivními agenty působícími na živou buňku (VRBA, HULEŠ, 2006).

Látky z extraktů z rostlin mohou indukovat v rostlinách odolnost proti negativním vlivům vnějšího prostředí (sucho, mráz, choroby, škůdci, stres vyvolaný použitím chemických přípravků a hnojiv, atd.) Mají i obecně stimulační účinek.

Fungicidní účinek se může pohybovat na úrovni až 70 % účinku průměru fungicidů. Velkou budoucnost mají i extrakty z rostlin s insekticidním účinkem (MACH, 2013).

3.5 Regulátory rostlinného růstu v řepce ozimé

Regulátory rostlinného růstu jsou přírodní nebo syntetické látky, ovlivňující růst rostlin. K přírodním regulátorům patří hlavně rostlinné hormony. Zemědělská praxe však využívá většinou regulátory syntetické, s fytohormony nepříbuzné (ŠAROUN, 2007). Do této skupiny patří chemické látky s aktivním vlivem na úroveň přezimování, omezení délky lodyh, plodnost, využitelnost živin, omezení poléhání a celou řadu dalších vlastností, souvisejících s růstem a vývojem ozimé řepky (BARANYK, 2002). Většina těchto látek inhibuje biosyntézu giberelinu. Snižuje se tak jeho obsah v rostlinách a omezuje se jeho vliv na prodlužovací růst buněk a pletiv. Ovlivněním hladiny tohoto základního hormonu v rostlině můžeme díky existenci antagonismu a synergismu mezi fytohormony regulovat i obsah ostatních rostlinných hormonů (ŠAROUN, 2007).

Na celém světě regulátory rostlinného růstu představují pouze 3 až 4 % z celkového objemu prodeje přípravků na ochranu rostlin. Ovšem v poslední době se tyto přípravky staly nedílnou součástí zemědělských i zahradnických postupů (RADEMACHER, BUCCI, 2002).

K zásadnímu posunu v pohledu na důležitost ovlivnění habitu rostlin, a tím i jejich základních výnosových prvků došlo na konci minulého století. V tomto období se nejen mění metodika doposud používaného chlormequat-chloridu, ale především jsou na trh uvedeny fungicidy s účinnou látkou tebuconazole a metconazole. Jejich morforegulační efekt v porovnání s dosud používaným CCC je kvalitativně zcela odlišný. Zásadně se tak mění technické možnosti ovlivnění vývoje rostlin (ŠAROUN, 2007).

BARANYK (2010) dělí regulátory růstu v řepce ozimé do 3 skupin:

- ✓ Typu triazolů (tebuconazol, paclobutrazol, metconazol)
- ✓ Typu chlormequatu (CCC)
- ✓ Ostatní (trinexapac ethyl)

V tabulce č. 4, je uveden přehled dostupných chemických přípravků na bázi azolů registrovaných v ozimé řepce pro rok 2014.

Tabulka č. 4: Vybrané přípravky na bázi azolů registrované v ozimé řepce (převzato: BOUMA, 2014).

Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)	Termín aplikace	Registrant
Bounty	tebuconazole	0,6	BBCH 30-69	Arysta LifeScience
Capitan 25 EW	flusilazole	0,6-0,8	BBCH 12-59	DuPont
Caramba	metconazole	1,2-1,5	BBCH 16-18, 39-59	BASF
Caryx	Metconazole + mepiquat-chlorid	1	BBCH 12-50	BASF
Horizon 250 EW	tebuconazole	1	BBCH 12-59	BAYER
Mystic	tebuconazole	1	BBCH 14-19, 30-50	F&N Agro
Orius 25 EW	tebuconazole	1	BBCH 12-69	Agrovita
Ornament 250 EW	tebuconazole	1	BBCH 14-57	Agro Alliance
Prosaro 250 EC	Prothioconazole+ tebuconazole	0,75-1	BBCH 29-69	Bayer
Staccato 250 EW	tebuconazole	0,75-1	BBCH 29-57	DuPont
Tilmor	Prothioconazole+ tebuconazole	0,8-1	BBCH 15-30, 33-51	Bayer
Toprex	Difenoconazole+ paclobutrazol	0,5	BBCH 15-30, 33-51	Syngenta

V následující tabulce č.5 je uveden přehled chemických přípravků s účinnou látkou CCC dostupných na českém trhu pro rok 2014.

Tabulka č. 5: Vybrané přípravky na bázi chlormequatu registrované v řepce ozimé (převzato: <http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/chlormequat-chloride-chlormekvat-chlorid.html>).

Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)	Termín aplikace	Registrant
Celstar 750 SL	Chlormequat chlorid	4-5	Od fáze BBCH 14	Agro Aliance
Cycocel 750 SL	Chlormequat chlorid	4-5	Od fáze BBCH 14	BASF
Retacel Extra R	Chlormequat chlorid	4-6,5	Od fáze BBCH 14	Brasko
Stabilan 750 SL	Chlormequat chlorid	4-5	5-7 pravých listů	F&N Agro

Ostatní regulátory růstu použitelné v ozimé řepce jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Ostatní regulátory růstu registrované v ozimé řepce (převzato: <http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/moddus.html>).

Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)	Termín aplikace	Registrant
Moddus	Trinexapac-ethyl	1,5l	BBCH 39-55	Syngenta

3.6 Stimulátory rostlinného růstu v ozimé řepce

Stimulátory jsou biologicky aktivní látky, které mají v závislosti na termínu aplikace a dávkě poměrně různorodý vliv na rostliny. Urychlují transportní procesy v rostlině (jak živin, tak i asimilátů), podporují tvorbu kořenů a generativních orgánů. Zvyšují lignifikaci buněčné stěny, tím zvyšují odolnost vůči šesulovým škůdcům i krupobití. Preventivně působí proti stresovým faktorům a v případě poškození urychlují regenerativní procesy v rostlině (BARANYK, a kol., 2007). Stimulátory zvyšují odolnost proti poškození jarními mrazíky, pesticidy, suchem, přívaly vody i nedostatečné výživě a dalším negativním vlivům. Výhoda stimulátorů je ta, že se mohou aplikovat v tank-mixu společně s pesticidy i listovými hnojivy (ŠKERŤÍK, NERAD, 2004).

Přípravků, které se řadí, do kategorie stimulátorů růstu je v dnešní době velké množství. Tabulka č.7 shrnuje, přehled dostupných stimulátorů použitelných v ozimé řepce.

Tabulka č. 7 : Vybrané stimulatory rostlinného růstu registrované v ozimé řepce (převzato: BOUMA, 2014).

Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)	Termín aplikace	Registrant
Agrostim nitrofenol	4-nitrofenolát sodný, 5- nitroguajakolát sodný	0,2	BBCH 30-32, 61-63	AgroProtec
Alginure	Výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny	0,75-1	4-6 listů	Biocont
Almiron silver	Kyselina anthranilová, almiro aktiv + roztok kolidního stříbra	0,1	BBCH 14-63	Almiro
Atonik Pro	4-nitrofenolát sodný, 2-nitrofenolát sodný, 5-nitroguajakolát sodný	0,2	BBCH 30-32, 61-63	Arysta LifeScience
Boris energy	Koncentrát B, S, P, K, Mo + 4-nitrofenolát sodný, 2-nitrofenolát	1-3	BBCH 55-69	Envi Produkt
Energen aktivátor	Auxiny, prekurzory auxinů, huminové látky a fulvokyseliny, protistresové látky	0,3-1	BBCH 30-32	EGT system
Energen fulhum	huminové látky a fulvokyseliny, protistresové látky, látka zvyšující aktivitu nitrátoreduktázy	0,3-1	BBCH 30-32	EGT system
Energen fruktus	Kys. 2-aminobenzoová, huminové látky a fulvokyseliny, protistresové látky	0,3-1	BBCH 61-63	EGT system
Energen stimul	Auxin, Kys. 2-aminobenzoová, huminové látky a fulvokyseliny, protistresové látky, látka zvyšující aktivitu nitrátoreduktázy	0,3-1	BBCH 40-55	EGT system
Envistart	N ve formě aminokyselin, mikroprvky, huminové látky, fytohormony	0,6-1	BBCH 12-25, 30-43	Envi Produkt
Hergit	Kys. 2-aminobenzoová, kys. 2-hydrobenzoová, kys. 2-aminopentadiová	0,2	BBCH 15-39, 50-59, 69-79	Chemap Agro
Ligno aktivátor	Huminové látky fulvokyseliny, stimulační látky, oligosacharidy, aminokyseliny z řas, mikroprvky	0,75	BBCH 0-69	Amagro
Lignohumát MAX	20 % koncentrát huminových látek, 3 % síra, 1 % mikroprvky	0,4	BBCH 0-69	Amagro
Nano-gro	Biologicky aktivní sírany vybraných kovů – Fe, Co, Mn, Al, Mg, Ni, Ag	6 granulí	BBCH 50-69	Agro stim

Pokračování tabulky č. 7.

Novastim	4–nitrofenolát sodný, 2–nitrofenolát sodný, 5-nitroguajakolát sodný	0,2	BBCH 30-32, 61-63	AG Novachem
Rexan	Kys. 2-aminobenzoová, 4-hydroxyacetanilid	0,1	BBCH 14-36, 50-59, 61-65	Chemap agro
Siapton	Komplex aminokyselin	1,5-3	BBCH 14-69	Chemtura Europe
Sunagreen	Kys. 2-aminobenzoová, kys. hydroxybenzoová	0,5	BBCH 30-35, 50-59, 61-65	Chemap Agro
Sviton plus	4–nitrofenolát sodný, 2–nitrofenolát sodný, 5-nitroguajakolát sodný	0,2	BBCH 30-32, 61-63	Sumi Agro
Terra sorb	L- α volné aminokyseliny, organický a α - amidický dusík, mikroprvky	1,5-3	BBCH 14-18, 30-39, 59	AGRO STIM

3.7 Desikanty (regulátory dozrávání)

Často diskutovanou součástí technologie pěstování řepky je příprava porostu ke sklizni. Je důležité od sebe odlišit regulaci dozrávání (tab. č 8) a vlastní desikaci porostu (tab. č. 9). Regulace dozrávání je šetrný zásah, který umožňuje sjednotit dozrávání porostu, a tím omezit ztráty semene řepky při kombajnové sklizni. Desikace razantnějšími přípravky se v současné době využívá spíše výjimečně a slouží k usnadnění sklizně u zaplevelených nebo zmlazených porostů (MARKYTÁN, 2007). Řepka nejednotně kvete a zraje. To jsou hlavní důvody velkých sklizňových ztrát, které mohou být až 25 %. Vyšší ztráty jsou u porostů nevyrovnaných, zaplevelených a neošetřených proti šešulovým škůdcům. Aplikací regulátorů dozrávání, desikantů a lepidel se snižují předsklizňové ztráty z 5 % na 3-4 %, sklizňové ztráty z 10-20 % na přijatelných 5 %. Při jejich výběru je třeba zohlednit: zaplevelení porostu, stupeň polehlosti porostu a cenu přípravku (BEČKA, 2007).

Tabulka č. 8: Přípravky vhodné pro regulaci dozrávání (převzato: BARANYK, 2010).

Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)	Termín aplikace	Registrant
Agrovital	pinolene	0,7	21-28 dnů před sklizní	AgroProtec
Spodnam	pinolene	1,25	21-28 dnů před sklizní	F&N Agro
PE-Dagral	Di-1-p-Menthen	1,25	21-28 dnů před sklizní	Stachema Kolín
Elastiq	carboxylated styrene butadiene copolymer	0,8-1	21-28 dnů před sklizní	Chemtura Europe

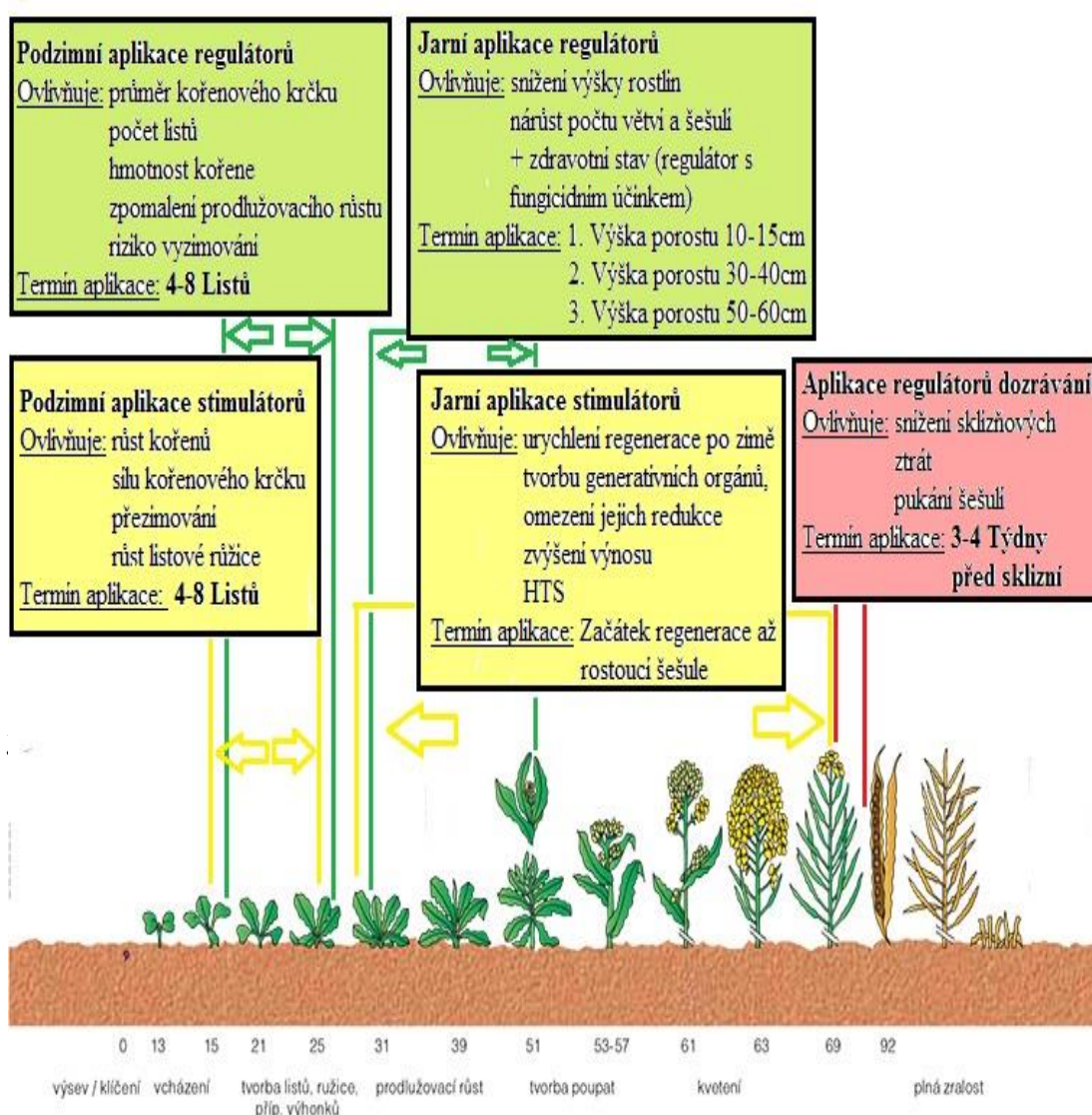
Tabulka č. 9: Přípravky vhodné pro razantnější desikaci (převzato: BARANYK, 2010).

Přípravek	Účinná látka	Dávka (l/ha)	Termín aplikace	Registrant
Basta 15	glufosinate-NH ₄	2-2,5	10-14 dnů před sklizní	Bayer
Touchdown quatro	glyphosate	3-4	10-14 dnů před sklizní	Syngenta
Clinic Dominator Roundup Glyfos	Glyphosate-IPA	3-4	10-14 dnů před sklizní	F&N Agro Dow Agro Monsanto Cheminova
Reglone	Diquat dibromide	2-3	4-6 dnů před sklizní	Syngenta

3.8 Aplikace regulátorů a stimulátorů

Termín aplikace regulátorů a stimulátorů růstu v ozimé řepce se dělí na podzimní a jarní období (obr. č. 11). V každém období se rozhoduje na základě stavu porostu, vývojové fáze řepky a také tím co je v daný moment potřebné u řepky ovlivnit (přezimování, počet listů, zlepšení regenerace, počet větví, atd.).

Obrázek č. 11: Možnosti aplikace regulátorů a stimulátoru růstu v porostu řepky ozimé. (Schéma vyjadřující stupnici BBCH převzato z materiálu firmy Syngenta: <http://www.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/reseni-syngenta/reseni-po-plodinach/repka/Pages/home.aspx>, aplikace vytvořeny autorem práce).



A. Podzimní uplatnění regulátorů

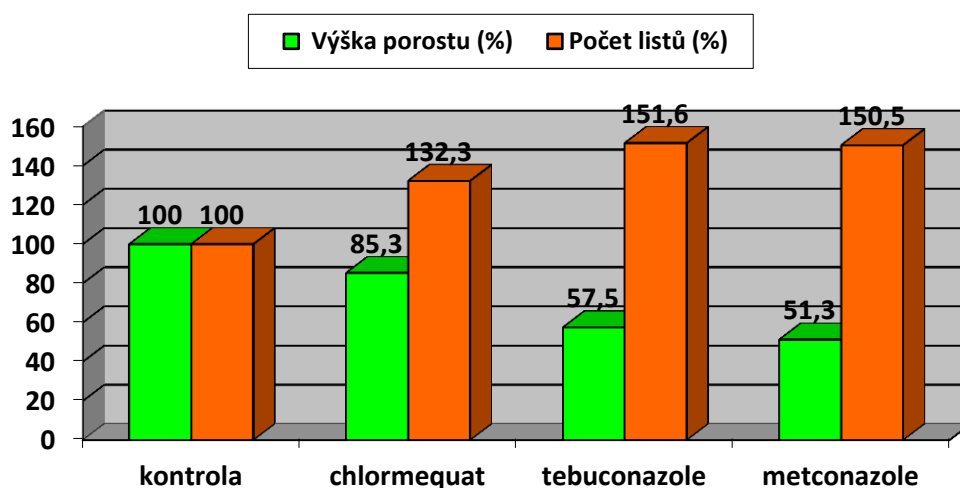
Použití regulátorů růstu v podzimním období je agrotechnický zásah, který podstatně snižuje riziko vyzimování a zároveň výrazně zvyšuje výnosovou jistotu (BEČKA, 2013). Z tohoto důvodu by se měly regulátory růstu používat nejen u časně setých porostů, ale u všech intenzivních porostů, u nichž chceme podpořit výnosovou úroveň a stabilitu (BARANYK a kol., 2010). Podzimní ošetření porostů fungicidy s regulačním účinkem je základem úspěchu celého dalšího pěstování této plodiny (ŠAROUN, 2012).

Pro podzimní aplikaci se v praxi nejvíce osvědčily fungicidní přípravky Horizon 250 EW (a jiné s účinnou látkou tebuconazole), Caramba, a v poslední době Caryx (se silným regulačním účinkem).

Podle BARANYKA 2010 jsou efekty podzimní aplikace regulátorů růstu především:

- 1. Založení většího počtu listů** v horizontálně rozložené listové růžici, zvýšená intenzita asimilace a spolu se sníženou výškou porostu zlepšený přístup světla k úžlabním pupenům a jejich lepší diferenciaci (graf č. 1)

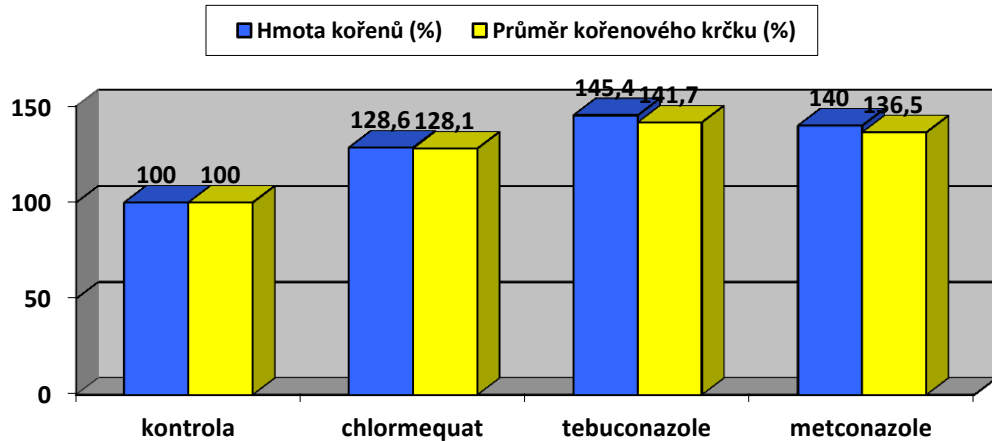
Graf č. 1: Výška porostu a počet listů po aplikaci regulátoru růstu v podzimním období (převzato: BARANYK a kol., 2010).



- 2. Mohutnější kořenová soustava** umožňuje lepší příjem živin a vody a zvyšuje i kapacitu kořenů pro ukládání zásobních látek a ukotvení rostlin

v půdě. Silné kořenové krčky pak umožňují výživu většího počtu větví a další vegetaci (graf č. 2)

Graf č. 2: Hmotota kořenů a průměr kořenového krčku po aplikaci regulátoru růstu v podzimním období (převzato: BARANYK a kol., 2010).



Obrázek č. 12 krásně demonstruje ovlivnění tloušťky kořenového krčku po aplikaci regulátorů růstu.

Obrázek č. 12: Rozdíl v síle kořenového krčku po aplikaci různých účinných látek (převzato: BARANYK, 2007).



Pozn. Silnější kořenové krčky po aplikacích RR umožní výživu většího počtu větví.

- 3. Podpora tvorby silnějších buněčných stěn**, zvýšené ukládání asimilátů a menší prodýchávání zásobních látek. Zvyšuje se tím odolnost vůči vyzimování a snižuje se úbytek rostlin na jaře.

Termín aplikace podzimních regulátorů

Z pohledu optimálního účinku regulátorů na růst kořenů je často podceňována doba jejich použití. Největší nárůst kořenové hmoty v podzimním období probíhá

v době do zapojení porostu. Jedním z důsledků regulace je také tvorba většího množství listů, které ale mají kratší řapíky a menší listové čepele. Tím se nesnižuje listová plocha potřebná pro asimilaci, ale oddaluje se zapojení porostu a prodlužuje se doba intenzivního nárůstu kořenové hmoty (ŠAROUN, 2012).

Skupiny přípravků a termín jejich použití (BARANYK a kol., 2010):

a) Přípravky typu chlormequatu: Při výsevech v druhé polovině agrotechnické lhůty a u pomaleji rostoucích porostů aplikace 1200-1500 g/ha ú. l. na **třetí pravý list (BBCH 13)**. Za každý další pravý list zvyšujeme dávku o 600 g/ha ú. l. Maximálně do 3000 g/ha ú. l. Vyšší dávka již nemá odpovídající účinek.

b) Přípravky typu triazolů: Při **4-5 pravém listu (BBCH 14-15)** aplikujeme 0,5 l/ha přípravku s účinnou látkou metconazole nebo tebuconazole. Při každém dalším pravém listu zvýšíme dávku o 0,1 l/ha, maximálně 1-1,5 l/ha (podle registrace přípravku). Pro dobrou fungicidní ochranu je doporučená dávka 1 l/ha přípravku v období **5-6 pravého listu (BBCH 15-19)**. Triazoly je vhodné aplikovat na časně seté porosty a odrůdy s rychlým vývojem dělenou aplikací.

c) Ostatní přípravky: Pro podzimní regulaci je možno využít i ú. l. flusilazole v dávce 150-200 g/ha v růstové fázi **BBCH 14-19**. Jedná se však o látky se slabším regulačním efektem, vhodnější k použití na pozdnější výsevy pro posílení přezimování a růstu kořenů, nejlépe tank mix s chlormequatem 600-1200 g/ha účinné látky

U nevyrovnaných porostů se aplikace přizpůsobí: dosahovanému stupni nevyrovnanosti, % zastoupení převažujících rostlin a také době aplikace. Pokud je rozdíl ve vývoji rostlin 3 a více listů a tento rozdíl nepřesahuje hranici 15 % slabých rostlin tak se termín aplikace a dávka řídí silnějšími rostlinami. V opačném případě jeli rozdíl mezi silnými a slabšími rostlinami více jak 15 % provede se dělená aplikace regulátorů růstu (CCC + TRIAZOL), která dokáže porost vyrovnat. Při rozdílu 2 listů ve vývoji aplikovat regulátor růstu v termínu 6 pravých listů vyvinutějších rostlin. V tomto případě se aplikuje dávka podle rostlin více vyvinutých. Rostliny o 4 listech z důvodu menší listové plochy nepřijmou tak velké množství přípravku, které by je výrazněji zbrzdilo v růstu (ŠKEŘÍK a kol., 2011).

Aplikační podmínky pro správnou funkci regulátorů růstu

Pro dosažení maximálního morforegulačního efektu na rostliny a jeho dopadu na výnos je nezbytnou podmínkou dodržení aplikačních podmínek a zásad:

1. Regulátory jsou růstové látky a pro svoji účinnost potřebují denní teploty alespoň 10 °C (s výjimkou přípravku Caryx kde je účinnost již od 5 °C).
2. Postřik je třeba provést na podzim tak, aby tato teplota následovala ještě alespoň 14 dní po aplikaci (prostor pro reakci na dodaný regulátor), nejlépe do konce září.
3. Účinnost zásahu je podmíněna typem přípravku, jeho dávkou a dostatečnou listovou plochou.
4. Je potřebné dodržení dostatečného množství postřikové jíchy tak, aby bylo zabezpečeno dokonalé pokrytí povrchu rostlin. Při podzimních aplikacích se doporučuje dávka 200-300 l vody/ha, vhodné je rovněž použití smáčedla (ŠKERŮK a kol., 2012).

Regulace na základě hustoty porostu

K regulaci řepky se také musí přistupovat s ohledem na hustotu porostu. Na základě tříletých výsledků, uvedených v tab. č. 10, se ukázalo, že nejnázne se regulují řídké porosty (BEČKA, 2013).

Tabulka č. 10: Vliv podzimní aplikace dusíku a azolových regulátorů u různě hustých porostů řepky, Výzkumná stanice ČZU (převzato: BEČKA, 2013).

Porost	Varianta	Průměr 2009/10-2011/12		Přírůstek výnosu (%)
		Výnos (t/ha)	Výnos (%)	
Řídký (do 35 rostlin/m ²)	kontrola	2,50	100	17,3 %
	azol	2,91	116	
	dusík	2,92	119	
	azol + dusík	2,97	119	
Optimální (35-60 rostlin/m ²)	kontrola	3,55	100	5,3 %
	azol	3,74	105	
	dusík	3,69	104	
	azol + dusík	3,79	107	
Hustý (nad 60 rostlin/m ²)	kontrola	3,72	100	4,3 %
	azol	3,81	102	
	dusík	3,82	103	
	azol + dusík	4,03	108	

Pozn. Dusík i azol aplikovaný na přelomu září a října, LAV (45 kg N/ha), Toprex (0,3 l/ha)

Z tabulky č. 10 plyne doporučení:

- ✓ **U řídkých porostů** (do 35 rostlin/m²) je důležité podzimní regulaci nevynechat (nejlepší výnosová odezva)
- ✓ **U optimálního porostu** (35-60 rostlin/m²) je vhodné aplikovat azol.
- ✓ **U hustých porostů** (nad 60 rostlin/m²) jsou zásahy nejméně efektivní. Přesto je nejlepší kombinace azolu a dusíku (BEČKA, 2013).

Demonstrace efektů při použití regulátorů v podzimním období

Přezimování

Využití regulátorů růstu v podzimním období je agrotechnický zásah, který výrazně snižuje riziko vyzimování (tab. č. 11).

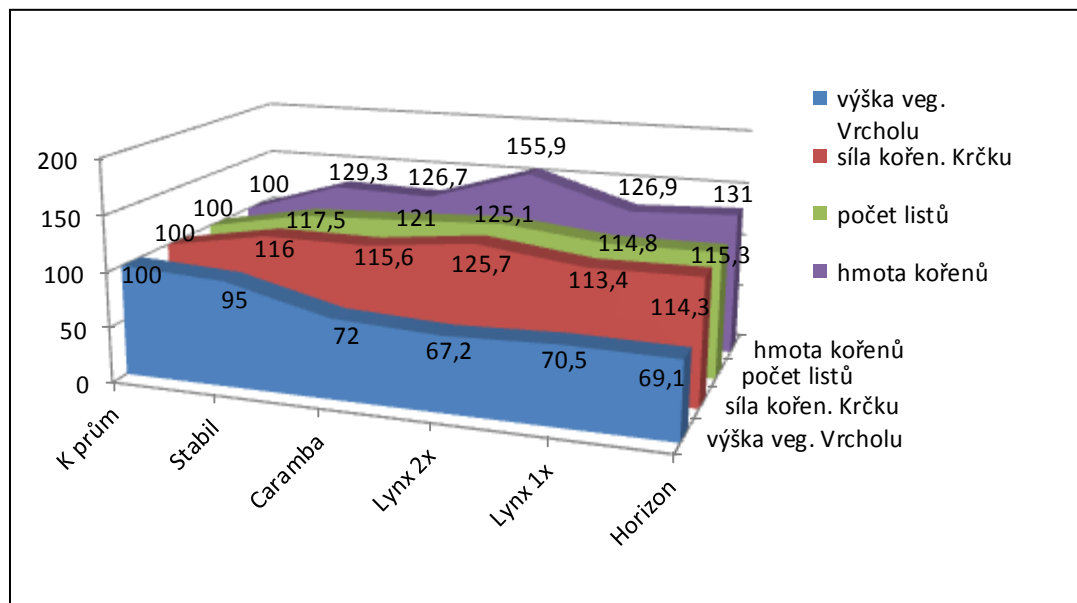
Tabulka č. 11: Vliv podzimního ošetření regulátorů růstu na přezimování rostlin (převzato: ŠAROUN, 2012).

Přezimování 2012	Kontrola	Tilmor	Staccato	Caryx	Orius	Toprex
Rostlin/m ² podzim	34,6	35,0	34,0	35,4	34,9	33,6
Rostlin/m ² jaro	23,3	27,4	28,0	30,4	29,0	27,6
Přezimování (%)	67,3	78,3	82,4	85,9	83,1	82,1

Zvýšení vegetačních parametrů

Výsledky pokusu z roků 2008 a 2009, uvedené v grafu č. 3 uvádějí, že po dělené aplikaci přípravku Lynx (varianta Lynx 2x) bylo dosaženo výrazně lepších parametrů porostu než u aplikace v jedné dávce. Průměr kořenových krčků, obdobně jako počet listů narostl o více jak 25 % a hmota kořenů byla cca o 56 % vyšší než na kontrolách. To je skoro o dvojnásobek lepší hmotnost než na v pořadí druhé nejlepší variantě (ŠAROUN, 2012).

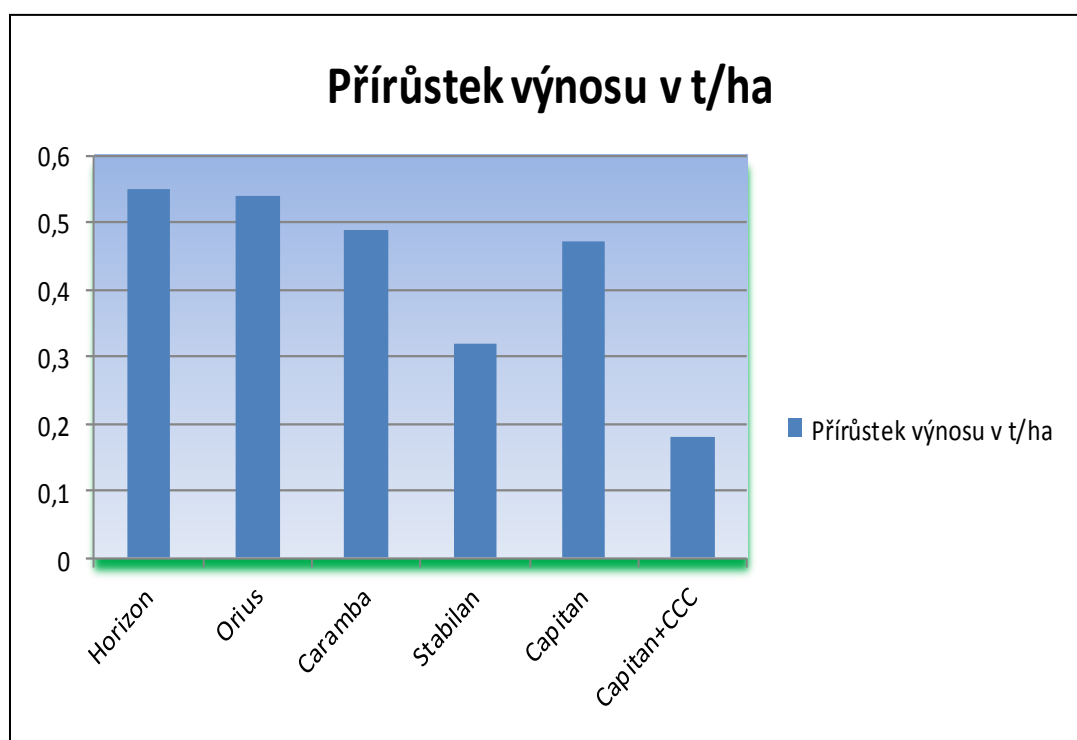
Graf č. 3: Parametry porostu po různých aplikacích RR 2008-2009 (převzato: ŠAROUN, 2012).



Ovlivnění výnosu po podzimní aplikaci regulátorů růstu

V grafu č. 4 je uveden průměrný přírůstek výnosu z pokusů prováděných v letech 2001-2006 po aplikacích různých regulátorů růstu v podzimním období.

Graf č. 4: Přírůstek výnosu po podzimní aplikaci regulátorů růstu (převzato: ŠKERŤÍK a kol., 2011).



B. Podzimní uplatnění stimulátorů růstu

Stimulátory růstu je možné použít i na podzim pro zlepšení přezimování a zejména pro podporu tvorby kořenového systému řepky. Výhodou je tank-mix s listovými hnojivy kde dochází k synergickému účinku (ŠKERŤÍK a kol., 2012).

Jako zajímavá alternativa podzimní stimulace se jeví přídavek stimulátoru M-Sunagreen k moření, aplikuje se v dávce 15 l na tunu osiva (tab. č. 12). Jeho základem je přípravek Sunagreen, u kterého byly pozměněny fyzikální vlastnosti, aby mohl být kombinován se všemi registrovanými mořidly. Hlavní výhodou tohoto přípravku je způsob jeho použití. Podpora růstu kořenové soustavy je jedním ze zásadních stimulačních opatření. Aplikací na osivo je tento vstup vyřešen velmi levně a hlavně s minimálním rizikem snížené účinnosti (ŠAMALÍK, 2012).

Tabulka č. 12: Přírůstek kořenů po přidavku stimulátoru M-Sunagreen k moření (převzato: ŠAMALÍK, 2012).

Varianta	Řepka ozimá, hmotnost kořenů 10 rostlin					
	ČZU		UP Wroclaw		ČZU	
	2009/2010		2010/2011		2010/2011	
Kontrola	28,9 g	100%	14,0 g	100%	11,2 g	100%
M-Sunagreen 15 l/t	50,5 g	174,7%	21,1 g	150,7%	13,5 g	120,5%

3.8.2 Jarní aplikace regulátorů a stimulátorů a jejich přínos

A. Jarní uplatnění regulátorů

Na jaře jakmile dojde ke zvýšení teploty a rostliny začnou regenerovat, tvoří se v aktivních zelených částech rostlin auxiny. Ty v nadzemní části posilují apikální dominanci hlavního vegetačního vrcholu a současně proudí do kořenů, kde podporují jeho růst a větvení. V nových přírůstcích kořene se začnou tvořit cytokininy, které také podporují jeho prodlužovací růst a větvení. Zároveň ale proudí do nadzemní části rostliny, kde mají funkci podobnou jako antigibereliny, které aplikujeme jako růstové regulátory. Zvýšením hladiny v nadzemní části rostliny dojde k zúžení poměru auxinů a cytokininů. Tím je oslabena apikální dominance a rostliny začínají větvit (BEČKA, 2013).

Při použití regulátorů růstu v jarním období dochází k těmto efektům:

- ✓ Snižuje se výška porostu a zvyšuje délka a počet vyvinutých větví, a tím i počet šesulí na rostlině. Zlepšuje se zastíněn půdy a bází rostlin a omezuje neproduktivní výpar vody.
- ✓ Větší přístup světla do nižších pater, tím se aktivují listové pupeny k tvorbě postranních větví. Vývoj generativních orgánů je homogennější.
- ✓ Šesule jsou pevnější a méně pukají. Termín sklizně je pro menší citlivost na počasí flexibilnější. Sklizeň nižších, nepolehlých porostů je snadnější, s menšími ztrátami.
- ✓ Nízké porosty jsou vzdušné, rychleji osychají po deštích. Snižuje se riziko napadení houbovými chorobami. Omezeno je i hromadění etylenu, hormonu podporujícího stárnutí pletiv, jenž je při vyšších koncentracích příčinou předčasného opadu generativních orgánů.
- ✓ Prodlužuje se možná doba ukládání živin z listů do šesulí.
- ✓ Zlepšuje se dostupnost porostu pro techniku při ošetření v plném květu (BARANYK, 2010).

Podmínky účinnosti jarní aplikace regulátorů

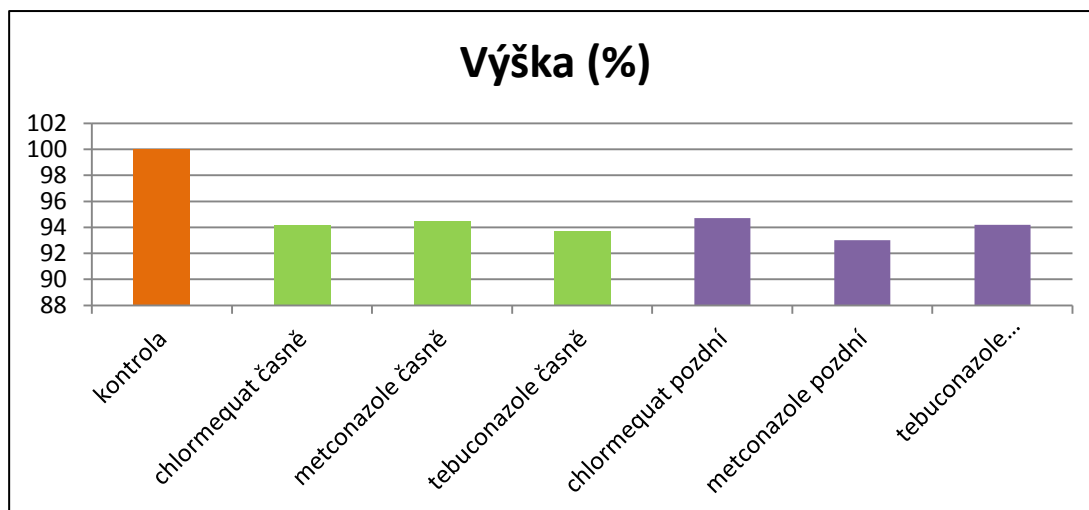
Účinnost jarních aplikací regulátorů růstu (RR) závisí, kromě použitého typu regulátoru, na mnoha faktorech. Nejdůležitější z nich je intenzita růstu porostu, teplota a doba aplikace, a to nejen vzhledem k vývojové fázi porostu, ale i k délce dne. Obecně lze říci, že jak pro podporu větvení, tak pro snížení výšky porostu, jsou účinnější aplikace v časnějších vývojových fázích porostu, tedy cca okolo 20 cm výšky porostu. Avšak účinnost aplikací provedených při nízkých nočních teplotách, (jarní noční mrazy) nebo u zásahů v období déle trvajících sucha je silně omezena, podobně jako u regulací provedených pozdě, již za dlouhého dne (ŠAROUN, 2012).

Termín jarní aplikace regulátorů

Jarní aplikace růstových regulátorů v porostech řepky ozimé významným způsobem ovlivňují všechny výnosové prvky porostu. Z výsledků mnoha pokusů však vyplývá, že reakce rostlin na aplikaci RR se liší podle doby jejich použití.

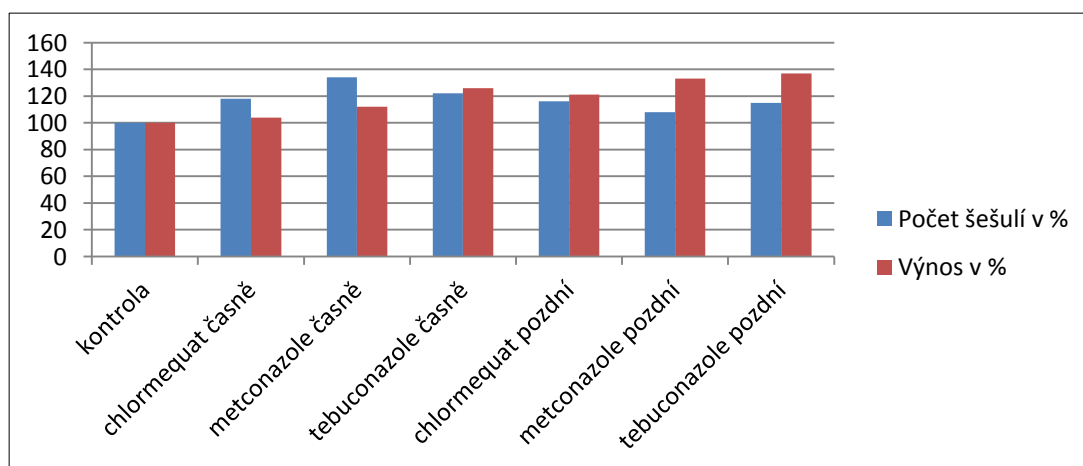
Časná aplikace v BBCH 33 (počátek prodlužovacího růstu, kdy stonk dosahuje výšky **10-20 cm**) snižuje konečnou výšku porostu o 5-6 %. Při výšce kontroly 180 cm je to 9-11 cm (graf. č. 5). Porost však reaguje lepším větvením a o 19-35 % větším počtem nasazených šesulí (graf č. 7).

Graf č. 5: Výška porostu po jarních aplikacích regulátorů růstu (převzato: ŠAROUN, 2007).



Pozdní aplikace v BBCH 35 při výšce stonku **40-50 cm** dociluje stejného snížení výšky porostu. Zmenšuje se však také počet a délka větví a hlavně šesulí je nasazeno o 10-18 % méně než u časných aplikací (graf č. 6) (BARANYK, 2010). Tudiž u nich nedochází k takovému zahuštění horního patra porostu (BEČKA, 2007).

Graf č. 6: Počet šesulí a výnos po jarních aplikacích regulátorů růstu (převzato: ŠAROUN, 2007).



Na časné omezení apikální dominance (graf č. 6) porost reagoval kromě omezení prodlužovacího růstu i mohutnějším větvením. Větve byly delší, s větším počtem šesulí. Časné aplikace tedy kromě snížení výšky porostu zahustily jeho horní patro šesulemi. Pozdní aplikace neměly již tak výrazný vliv na počet větví, jejich délku a množství šesulí. Nedošlo při nich tedy k tak výraznému zahuštění horního patra porostu. Výsledky jsou však značně rozporuplné. Vyšších výnosů bylo dosaženo na variantách s nižším počtem šesulí. Tento výsledek je v praxi ovlivněn splněním několika dalších podmínek. Nejdůležitější z nich jsou: **hustota porostu, zdravotní stav, výživa porostu** (ŠAROUN, 2007).

Při volbě termínu aplikace na jaře je třeba vycházet z hustoty porostů, ale také zároveň je nutné vzít v úvahu i jejich výživný stav (tab. č. 13) (ŠAROUN, 2007).

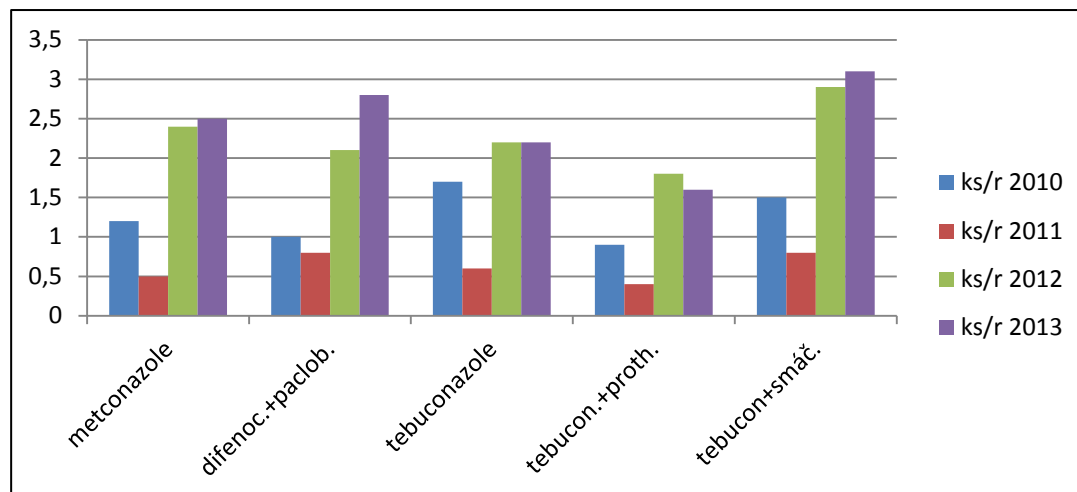
Tabulka č. 13: Přehled možností využití jarní aplikace regulátorů růstu podle stavu porostu (převzato: ŠAROUN, 2007).

<u>Zdravotní stav</u>	<u>Výživa</u>	<u>Hustota</u>	<u>Cíl ošetření porostu</u>	<u>Termín ošetření</u>	
				BBCH 33	BBCH 35
Zdravý porost	špatná	ŘP	Zahuštění porostu	ANO - RR	NE – F v květu
		OP	Nepřehustit porost, zvýšit odolnost vůči poléhání	NE	ANO – RR + F v květu
		HP			vždy RR a F v květu
	dobrá	ŘP	Zahuštění porostu maximalizace počtu větví a šesulí	ANO – stačí RR vhodnější RF	NE + F v květu vhodný
		OP			NE + F v květu ANO
		HP	Zvýšit odolnost vůči poléhání + šesule	NE	ANO – RF + F v květu
Poškozený porost	špatná	ŘP	Zlepšit zdrav. stav + hustotu porostu	ANO - RF	NE + F v květu
		OP	Zlepšit zdrav. stav, nepřehustit porost, odolnost poléhání	NE jen F – bez RR	ANO – stačí RR v květu vždy F
		HP			
	dobrá	ŘP	Maximální počet větví a šesulí, zlepšit zdrav. stav a odolnost poléhání	ANO - RF	NE + v květu F
		OP			
		HP	Zlepšit zdrav. stav + odolnost poléhání, mírně zvýšit počet šesulí	NE – jen F bez RR	ANO – vždy RR v květu F

Pozn.: ŘP = řídký porost, OP = optimální hustota, HP = hustý porost, F = fungicid, RR = regulátory růstu, RF = regulátory růstu s fungicidním účinkem

Jak už bylo výše uvedeno, v časném termínu krácení, dochází k výraznému nárůstu počtu větví na rostlině. V grafu č. 7 je uveden přírůstek počtu větví v letech 2010-2013 po časných aplikacích regulátorů růstu v jarním období (BBCH 32).

Graf č. 7: Zvýšení počtu větví po jarní aplikaci regulátorů růstu (převzato: ŠAROUN, 2012).



B. Jarní uplatnění stimulátorů růstu

Stimulace porostů polních plodin vede k lepší odolnosti vůči stresovým faktorům (sucho, řídký porost apod.) a také k vyšším výnosům, které bývají předpokladem většího zisku z hektaru. Proto se neustále hledají a ověřují nové přípravky, které by tento požadavek splňovaly. Ideální se jeví takové látky, které příliš nezatíží rozpočet praktických pěstitelů svou cenou a zároveň se mohou aplikovat současně s jinými přípravky, čímž lze eliminovat náklady na další vstup do porostu (HÁJKOVÁ, 2009). V jarním období k nejdůležitějším termínům aplikace stimulátorů růstu patří zejména obnovení vegetace po zimě (BBCH 25), začátek prodlužovacího růstu (BBCH 30-34), začátek kvetení (BBCH 59-60) a období hlavního kvetení (BBCH 65). Aplikace po obnovení vegetace po zimě pomáhá především v kvalitní regeneraci a současně zmírňuje následky zimy. V termínu BBCH 30-34 se ovlivňuje tvorba pupat a počet větví. Při aplikaci před začátkem kvetení (BBCH 59) je stimulátorem výrazně ovlivněna řada výnosotvorných parametrů, především: počet semen v šesulích, počet produktivních větví a počet šesulí na rostlině.

Demonstrace zvýšení výnosu po aplikaci různých stimulátorů růstu je uvedena v tabulce č. 14. Znárodněny jsou výsledky získané z let 2002-2006.

Tabulka č. 14: Vliv jarních aplikací stimulátorů růstu na výnos řepky ozimé (převzato: ŠKEŘÍK, 2008).

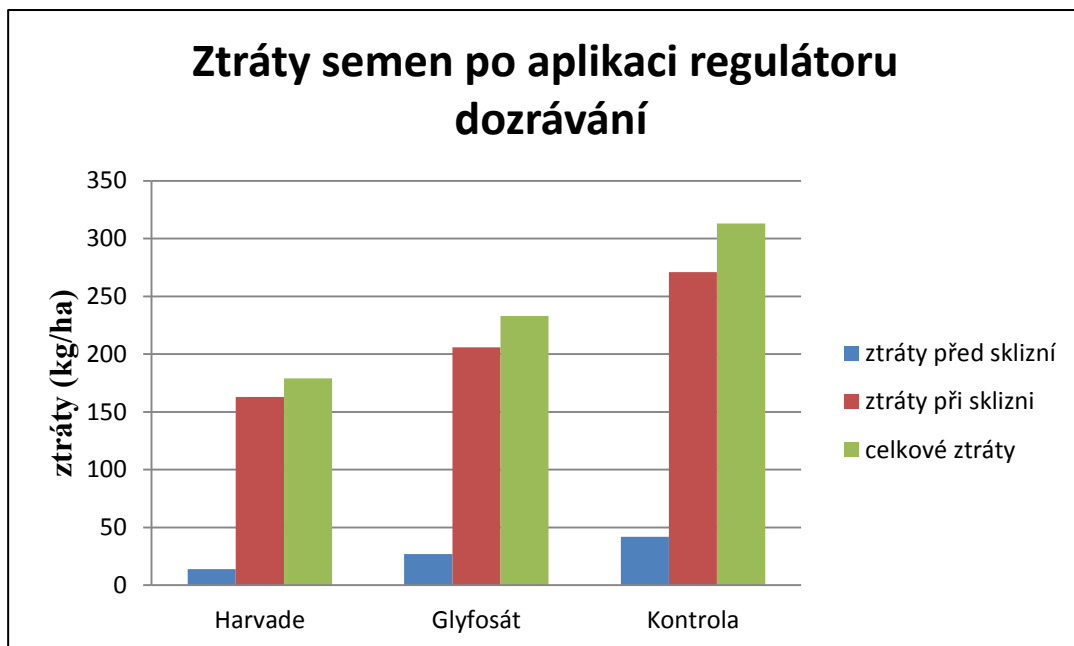
Přípravek	2006	2005	2004	2003	2002	Průměr
Sunagreen	106	116	106	111	105	108,8
Rexan			105	108	104	105,7
Atonik Pro	106	112	104	108	109	107,8
Atonik Pro + Sunagreen	110	119	108			112,3
Kontrola	100	100	100	100	100	100
Průměr roku	106	115,7	105	109	106	108,3
Celostátní průměr výnosu řepky (t/ha)	3,04	2,91	3,73	1,68	2,3	

Pozn. Přípravky aplikované v BBCH 34 v plných registrovaných dávkách. Ve variantě Atonik Pro + Sunagreen aplikace v termínu BBCH 34 resp. 60.

C. Regulátory dozrávání

Regulátory dozrávání ošetřujeme porosty zdravé, nepoškozené, které nám dávají jistotu vysokého výnosu. Při jejich aplikaci není riziko poškození ani snížení HTS. Obecně fungují na bázi vytvoření semipermeabilní vrstvičky, která nepropouští vodu směrem dovnitř šesule, ale zároveň nebrání výparu vody z ní. Tyto přípravky také zpevňují stěnu šesulí, a tím ji brání před nepříznivými vlivy prostředí (HERDA, BARANYK, ŠKEŘÍK, 2009). Tímto opatřením významně snižujeme ztráty, které vznikají během dozrávání porostu a také ztráty při sklizni (graf č 8). Termín ošetření porostu řepky je nejlepší v době, kdy začíná docházet ke zrání, tedy v době, kdy střední patro šesulí má žlutozelenou barvu, tedy v době, kdy se semena již vybarvují. U nevyrovnaných porostů pak v době, kdy jsou asi dvě třetiny porostu žlutozelené (LHOTSKÝ, 2001).

Graf č. 8: Snížení ztrát po aplikaci regulátoru dozrávání (převzato: LHOTSKÝ, 2001).



Pozn. Aplikace provedena 4 týdny před sklizní v plných registrovaných dávkách.

4. Závěr

Aplikace regulátorů a stimulátorů růstu se postupně zařazují do standardu pěstování ozimé řepky. Termín použití regulátorů a stimulátorů růstu se dá rozdělit na podzimní a jarní aplikace.

Podzimní aplikace regulátorů a stimulátorů růstu se zpravidla provádějí od 4 pravých listů řepky. V této fázi aplikovaný regulátor (s účinnou látkou tebuconazole, metconazole, CCC a další) do značné míry ovlivní habitus rostlin a významně působí na lepší utváření základních výnosových prvků. Po aplikaci regulátorů růstu v podzimním období mají rostliny přisedlý charakter, kratší řapíky listů, mohutnější kořenovou soustavu, větší průměr kořenového krčku a při použití regulátorů s fungicidním účinkem (účinná látka tebuconazole, metconazole a další ze skupiny triazolů) i zlepšený zdravotní stav. Všechny tyto aspekty zaručují rostliny v lepší kondici a z toho vyplývající lepší přezimování rostlin, proto by se tyto přípravky měly používat nejen u časně setých porostů, ale u všech intenzivních porostů, u nichž chceme podpořit výnosovou úroveň a stabilitu. Stimulátory růstu v podzimním období urychlují transportní procesy v rostlině, podporují tvorbu kořenů a působí preventivně proti stresovým faktorům.

V jarním období aplikace regulátorů růstu v ozimé řepce významným způsobem ovlivňuje všechny výnosové prvky porostu. Jarní aplikace regulátorů růstu se provádí buďto v časném termínu krácení BBCH 30-33 při výšce porostu 10-20 cm a nebo v pozdním termínu krácení BBCH 35 při výšce porostu 40-50 cm. Při časném termínu krácení porost reaguje snížením celkové výšky o 5-6 %. Porost také reaguje lepším větvením a nárůstem počtu šesulí na rostlinu o 15-35 %. U pozdní aplikace při výšce porostu 40-50 cm je efekt na snížení porostu stejný, avšak nedochází k tak velkému nárůstu počtu větví a šesulí (přibližně o 10 % menší efekt než u časně aplikace). U jarních aplikací je potřeba vždy vycházet ze stavu porostu a podmínek, kterým čelí, zejména z: povětrnostních podmínek (vláhová jistota), hustoty porostu a také z výživového stavu. U slabých a stresovaných rostlin dochází po aplikaci regulátorů růstu k dalším stresům a místo pozitivní výnosové reakce se výnos propadá.

V optimálním porostu ozimé řepky je po aplikaci regulátorů růstu dosahováno navýšení výnosu zpravidla o 5-40 % opět závisí na mnoha faktorech (povětrnostní podmínky, zdravotní stav porostu, hustota porostu, atd.).

Jarní aplikace stimulátorů růstu ovlivňují zejména příjem živin, podporu tvorby kořenů a generativních orgánů. Významným způsobem dokáží působit proti stresovým faktorům a v případě poškození urychlují regenerativní procesy v rostlině. Tím vším zvyšují odolnost proti poškození zimou, jarními mrazíky, pesticidy, suchem i přívaly vody. Stimulátory růstu se mohou v jarním období používat prakticky po celou dobu vegetace, avšak nejvýznamnější jsou aplikace: po obnovení vegetace po zimě (urychlení regenerace), začátek dlouhivého růstu (ovlivnění počtu pupat a větví na rostlině) a termín na začátku případně v plném květu (navýšení počtu šesulí na rostlině). Dlouhodobě je prokázáno navýšení výnosu o 5-12 % při použití stimulátorů růstu v jarním období.

Všechny tyto aplikace významně ovlivňují (narušují) hormonální hospodaření rostlin, a proto je potřeba k nim přistupovat obezřetně a vždy se rozhodovat na základě stavu porostu a tomu přizpůsobovat druh použitého přípravku a jeho dávku, aby byl dosažen požadovaný efekt.

5. Seznam použité literatury

- ALIDINGTON, G., McDOUGALL, G., J., (1991) *Plant Cell Environ.* 14: 625-636s.
- ALPMANN, L., BARANYK, P., BOTHE, C., FEIFER, A. 2006. *Raps - Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive.* Landwirtschaftsverlag GmbH. Münster. p. 264 ISBN: 9783784333830.
- BALL, SHANE T. *Defoliant, Desiccant, and Growth Regulators Used on New Mexico Cotton* [online]. 1999. vyd. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/a-217.html
- BARANYK P., KAZDA J. a kol., 2005. *Řepka olejka v českém zemědělství, (komplexní pěstitelská technologie)*, SPZO, Praha, 161 s., ISBN: 80-903464-3
- BARANYK, P. 2002. *Základy pěstování řepky.* 2. vydání. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 31 s. ISBN: 8071051241.
- BARANYK, P., BALÍK, J., HÁJKOVÁ, M. (eds.). 2010. *Olejniny.* Profi Press. Praha. 206 s. ISBN: 9788086726380.
- BARANYK, P., FÁBRY, A. 2007. *Řepka – Pěstování – Využití – Ekonomika.* Profi Press. Praha. 208 s. ISBN: 978-80-86726-26-7
- BARANYK, Petr. *Základy pěstování řepky ozimé.* Vyd. 2. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1996. ISBN 80-710-5124-1.
- BÁRTA, J., (2014) ústní sdělení.
- BEČKA, David. *Řepka ozimá: inovace pěstitelské technologie : certifikovaná metodika.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013, 44 s. ISBN 978-80-213-2382-7.
- BEČKA, David. *Řepka ozimá: pěstitelský rádce.* Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007, 56 s. ISBN 978-80-87111-05-5.
- BERRY, P., M., SPINK, J., H. 2009: Undersanding the effect of a triazole with anti gibberellin activity on the growth and Seld of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science.* Volume 147, pp. 273-285
- BISHOP, G.J., KONCZ, C. (2002): Brassinosteroids and plant steroid hormone signaling. *Plant Cell* 14: 97-110.

BORECKÝ, V., STIFFEL, R. 1995. Olejniny. Ministerstvo pôdohospodárstva a výživy Slovenskej republiky. Ústav vedecko – technických informácií pre podohospodárstvo. Nitra. 1995. 130 s.

BOUMA, D., (2014) *Agronom: Ozimá řepka*. Praha: Profi Press, 2014, č. 2. ISSN 1801-6022

DIEPENBROCK, W,- GROSSE, F. (1995): Rapeseed (*Brassica napus* L.) – Physiology. (21-53) – In: DIEPENBROCK, W a BECKER, H. C. (1995) Physiological potentials for yield improvement of annual oil and protein crops. *Advances in Plant Breeding* 17. Supplements to the Journal Plant Breeding, Blackwell, Berlin – Vienna, 289 s.

DIVIŠ, J., JŮZA, J., MOUDRÝ, J., VONDRYS, J. (2000) *Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí)*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 258 s. ISBN 80-704-0456-6.

EIDLOVÁ, F., PAVLOVÁ, L., LAŽÍMALOVÁ, E. Fytohormony- Jak s rostlinami cvičí hormony. *Vesmír* **532**, 2008.

FÁBRY, A. (1992c) Morfologie a anatomie brukvovitých olejnin. (41 – 51) In:

FÁBRY, A., a kol. 1992. Olejniny. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 419 s. ISBN: 80-7084-043-9

FLEMING, A. J. (2006): Plant signalling: the inexorable rise of auxin. *Trends in Cell Biology*. 16(8): 397-402.

GOOD, A., G., MACLAGAN, J., L., (1993) Effects of drought stress on water relations in Brassica species. *Canadian Journal of Plant Science*. 73, pp. 525-529.

GRAF, T.- DEGNER, J. (1994): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterraps. Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Thüringen, Jena, 24 p.

HÁJKOVÁ, Miroslava. *Úroda časopis pro rostlinnou výboru vyd. Min. Zemědělství a Výživy: Tříleté pokusy se stimulací výnosu u ozimé řepky*. Profi Press, 2009, roč. 2009, č. 3. ISSN 0139-6013. s. 46-47.

HEJNÁK, Václav. *Fyziologie rostlin*. [Vyd. 2.]. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 159 s. ISBN 978-80-213-1667-6.

HERDA Gerhard, Petr BARANYK a Josef ŠKEŘÍK. *Úroda časopis pro rostlinnou výboru vyd. Min. Zemědělství a Výživy: Příprava porostů řepky na sklizeň*. Praha: Profi Press, 2009, roč. 2009, č. 7. ISSN 0139-6013. s. 21-23.

HOSNEDL, Václav, Ladislav MEČIAR a Jan VAŠÁK. *Rostlinná výroba*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 1998, 165, [15] s. ISBN 80-213-0153-8.

HRADECKÁ, D., ŠÍŠA M., KOHOUT L., (2004). V čem tkví podstata zvýšení výnosů po aplikaci brassinosteroidů do obilnin? (s. 37 – 42) – In: Brassinosteroidy, Ústav organické chemie a biochemie Akademie věd České republiky, Praha, 55 s.

CHILD, R., D. CHAUVAX, N., JOHN, K., VAN ONCKELEN, H. A., ULVSKOV, P. 1997. Ethylene biosynthesis in oilseed rape pods in relation to pod shatter. *Journal of Experimental Botany*. Volume 49. pp. 829

KALUS, J., SUCHÁNEK, A. (1955): Ozimá řepka. SZN Praha 1955, 112 s.

KAZDA, J. (2007) Ochrana řepky proti chorobám a škůdcům. (100 – 116) In: BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol (2007) Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha 2008s ISBN: 978-80-86726-26-7

KENDE, H. (1971): The Cytokinins. *International Review of Cytology* 31: 301-338.

KINCL, M., KRPEŠ, V. (2006) *Základy fyziologie rostlin*, Baloušek Ostrava, 200s.

KINCL, M., KRPEŠ, V. *Základy fyziologie rostlin*. 2.dopln. vyd. Ostrava: montanex, 2000. 221 s. ISBN 80-7225-041-8.

KOEPFLI, J., B., THIMANN, K., V., WENT, F. W. 1937. *Phytohormones: Structure and Physiological Activity*. August 30, 1937. pp. 763-765

KUCHTOVÁ, P., VAŠÁK, J. 2000. Základy tvorby výnosu a přezimování *str. 103 – 120*. In: Vašák a kol. Řepka. Agrospoj. Praha. 321 s.

KUTINA, J. (1988) *Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví*, Praha SZN, 415s.

LEUNG, J., GIRAUDAT, J. 1998. Abscisic Acid Signal Transduction. *Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. Volume 49, pp. 199-222

LHOTSKÝ Bořivoj. *Stabilizující a omezující faktory tvorby výnosu a jakosti rostlinné produkce, sborník konference s mezinárodní účastí : [Praha], 11.-12.12.2001.* Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 80-213-0847-8 s. 154-155.

LI, Y., a kol. (1992) *Dev. Biology*, 153: 386-399 s.

MACH, J., (2013) *Pomocné rostlinné přípravky: Stimulátory a adaptogeny.*

MACHÁČKOVÁ, I. (1997): Ostatní růstové regulátory. In *Regulátory rostlinného růstu.* Praha: Academia 1997. ISBN 80-200-0597-8.

MACHÁČKOVÁ, I. (1998): Růst a vývoj: růstové regulátory. In *Fyziologie rostlin.* Praha: Academia 1998. (1.vydání) ISBN 80-200-0586-2.

MÁLEK Božetěch, Gerhard HERDA, Karel ŘÍHA, Josef ŠKERŮ, Jaroslav ŠAROUN, Jan KAZDA, Petr BARANYK a Martin VOLF. *Stanovisko k pesticidům 2011: Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky seminářů SPZO.* Praha: Garret, 2011. ISBN 978-80-87065-31-0.

MARKYTÁN, P. (2007) Sklizeň, posklizňové ošetření a skladování (160-167) In: BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol (2007) *Řepka: pěstování, využití, ekonomika.* Praha 208s ISBN: 978-80-86726-26-7

MATSUSHITA, A., FURUMOTO, T., IIHIDA, S., TAKAHASHI, Y. (2007): AGF1, an AT-Hook Protein, Is Necessary for the Negative Feedback of AtGA3ox1 Encoding GA 3- Oxidase. *Plant Physiology* 143: 1152-1162.

MICH, J.: *Rostlinná výroba – Olejniny*, VŠZ, Praha, 1988, s. 111.

NOVÁČEK, F. *Fytochemické základy botaniky*, 1.vyd. Olomouc: UP, 1986.

ORLOVIUS, K. 2003. *Fertilizing for High Yield and Quality Oilseed Rape.* International Potash Institute, Switzerland. pp. 10-15

PASTÝRIK, L. *Fyziologia rastlin.* 1.vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľství, 1979. 310 s.

PAVLOVÁ, L., KRPEŠ, V. *Fyziologie rostlin.* 1.vyd. Praha : Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze, 2005. 253 s. ISBN 80-246-0985-1.

PROCHÁZKA, J. a kol. 1997. Regulátory rostlinného růstu, Praha: Academia, 398s. ISBN: 80-200-0597-8

RADEMACHER, W., BUCCI, T. 2002. New Plant Growth Regulators: High Risk Investment?. Horticultural Technology. January-March 2002. pp. 64-66

RICHTER, R., HRIVNA, L., CERKAL, R. 2001. Výživa a hnojení ozimé řepky. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 41 s. ISBN: 80-238-8096-9

SALAŠ, P. (2003): Modernizace výukového procesu u předmětů ovocné, okrasné školkařství a ovocnářství. Sborník přednášek z odborného semináře. Lednice na Moravě, 2003. ISBN 80-7157-715-4.

SAUTER, A., DAVIES, W. & HaARTUNG, W. (2001): The long-distance abscisic acid signal in the droughted plant: the fate of the hormone on its way from root to shoot. Journal of experimental botany. 52(363): 1991-1997.

SNOWDON, R., LUHS, W., FRIEDT, W. 2007. 2 Oilseed Rape. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 2, pp. 26-32

SOUKUP, J. (2007) Agrotechnika. (68 – 83) In: BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol (2007) Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha 208s ISBN: 978-80-86726-26-7

STRIEGL, M. (1984) Biologie olejnin. – In STRIEGL, M. a kol. (1984) Rostlinná výroba II. [skriptum], VŠZ, Praha

STRNAD, M. (1997): The aromatic cytokinins. Physiol. Plantarum 101: 674-688.

ŠAMALÍK, J. (2012): Systém stimulace základních olejnin. In: Prosperující olejniný 2012, 06.12.2012, Praha, Větrný Jeníkov. Praha: ČZU Praha, 2012. s. 153-154.

ŠAROUN (2007) Regulátory růstu. (138-144) In: BARANYK, P., FÁBRY, A., a kol (2007) Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha 208s ISBN: 978-80-86726-26-7

ŠAROUN, J. (2012): Udržitelné pěstování řepky ozimé v současných podmínkách. In: (Kazda, J. a kol.). Jak maximalizovat ziskovost v pěstování řepky ozimé. Dow AgroSciences 60 s.

ŠAŘEC, P., HORÁK, L., ŠAŘECOVÁ, P. 2006. Technologické a ekonomické parametry pěstování řepky ozimé ve vybraných podnicích v letech 2001 – 2006. Sborník SPZO. Praha. Hluk. ISBN: 80-87065-00-X.

ŠKEŘÍK Josef, Božetěch MÁLEK, Karel ŘÍHA, Jaroslav ŠAROUN, Jan KAZDA, Petr BARANYK a Martin VOLF. *Stanovisko k pesticidům: Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky seminářů SPZO*. Praha: Garret, 2012. ISBN 978-80-87065-47-1.

ŠKEŘÍK, J. NERAD, D. (2004) Výsledky pokusů se stimulatory, in Sborník Hluky 2004, Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 236-240s.

ŠKEŘÍK, Josef. *Úroda časopis pro rostlinnou výboru vyd. Min. Zemědělství a Výživy: Ošetření řepky stimulatory růstu*. Praha: Profi Press, 2008, roč. 2008, č. 2. ISSN 0139-6013. s. 58-60.

VAŠÁK, J. (1994) Vliv některých agroekologických faktorů na výnos, olejnatost, rajonizaci a ekologii řepky ozimé v pěstitelském systému. [habilitační práce], VŠZ, Praha, 178s. In BEČKA, D.(2001) pěstitelská technologie geneticky modifikované ozimé řepky. ČZU, Praha, 117s.

VAŠÁK, J. (2000) Variantní pěstitelské technologie řepky ozimé In: VAŠÁK, J. a kol. (2000) Řepka, Agrospoj, Praha, 321 s.

VAŠÁK, J. a kol. (1997): Systém výroby řepky - česká a slovenská pěstitelská technologie ozimé řepky pro roky 1997 – 1999. SPZO, Praha, 116 s.

VOLF, M. 2002. Perspektiva pěstování řepky v době před a po vstupu do EU. (2-5) In: KOLEKTIV (2002) Intenzita v pěstování a ochraně řepky ozimé. DAS, Praha 35 s.

VRBA, V., HULEŠ, L.: Humus - půda - rostlina (3) Humus a rostlina: Rozpustné humusové látky v ekosystému. *Biom.cz* [online]. 2006-11-23 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-3-humus-a-rostlina-rozpustne-humusove-latky-v-ekosystemu>>. ISSN: 1801-2655.

WIELEBSKI, F. 2011. Prosperující olejninu 2011: sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze 8.12. na ČZU, 9.12. Větrný Jeníkov. ČZU Praha. 72 – 74.

WOODWARD, A. W. and BARTEL, B. (2005): Auxin: Regulation, action, and interaction. *Annals of Botany* 95(5): 707-735.

Internetové zdroje

Internetový zdroj č. 1:

<http://montana.plant-life.org/families/Brassicaceae.htm>, 16.3.2014 v 16:39

Internetový zdroj č. 2:

<http://www.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/reseni-syngenta/reseni-po-plodinach/repka/Pages/home.aspx>, 25.3.2014 v 10:48

Internetový zdroj č. 3:

<http://www.chemie.unibas.ch/~team2007/EBlanco/molekuele.html>, 2.4.2014 ve 22:40

Internetový zdroj č. 4:

<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/z0876?lang=en®ion=CZ>, 2.4.2014 ve 22:45

Internetový zdroj č. 5:

<http://www.enzolifesciences.com/ALX-350-034/n-6-delta2-isopentenyl-adenine/>, 2.4.2014 ve 22:50

Internetový zdroj č. 6:

<http://www.chimicare.org/curiosita/la-chimica-delle-piante/ormoni-animale-e-vegetali/>, 2.4.2014 ve 23:30

Internetový zdroj č. 7:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Giberelin>, 2.4.2014 23:45

Internetový zdroj č. 8:

ANONYMUS 1: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_abscisov%C3%A1

Internetový zdroj č. 9:

ANONYMUS 2:

<http://www.plant-hormones.info/ethylene.htm>, 11.4.2014 v 8:48

Internetový zdroj č. 10:

<http://www.homeopatiecesky.cz/carboneum-hydrogenisatum/>, 3.4.2014 ve 22:25

Internetový zdroj č. 11:

<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/195298>, 3.4.2014 ve 22:53

Internetový zdroj č. 12:

<http://vydavatelstvi.vscht.cz/echo/organika/T0095.html>, 4.4.2014 ve 13:20

Internetový zdroj č. 13:

<http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/chlormequat-chloride-chlormekvat-chlorid.html> 10.4.2014 ve 21:57

Internetový zdroj č. 14:

<http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/moddus.html> 11.4.2014 v 9:03

Internetový zdroj č. 15:

<http://nou.ukzuz.cz/ido/index.html>, 23.4.2014