

Vliv poškození bulev osenicemi *Agrotis* spp. na technologickou jakost cukrové řepy

INFLUENCE OF ROOT DAMAGE OF SUGAR BEET BY *AGROTIS* SPP. ON TECHNOLOGICAL QUALITY OF RAW MATERIAL

Jan Bocianowski¹, Magdalena Jakubowska², Kamila Nowosad³, Henryk Ławiński⁴

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań, Polsko

² Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, Polsko

³ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław, Polsko

⁴ Pfeifer & Langen Polska S. A., Gostyń, Polsko

Technologická jakost cukrové řepy má významný dopad na výrobu cukru. Ovlivňují ji mechanické, biologické, fyzikální a chemické vlastnosti bulev. Důležitým faktorem technologické jakosti je obsah sacharosy v bulvách i obsah melasotvorných necukrů (Na, K, a α -aminodusíku), které snižují výtěžnost cukru. Záleží také na tvaru, velikosti a hmotnosti bulev, jejich vyžralosti, zdravotním stavu a odolnosti vůči skládkovým chorobám. Technologická jakost bulev je pro cukrovarnický průmysl důležitá (1), také v Polsku, s ohledem na výši výnosů cukrové řepy.

Housenky polyfágních škůdců osenice polní *Agrotis segetum* (Den. et Schiff.) a osenice vykřičníkové *A. exclamatoris* (L.) jsou závažnými škůdci cukrové řepy (2). Jejich larvy vyžírají listy cukrovky, což může vést až k celkovému zničení litového aparátu a úhynu rostlin. Na poli se housenky často nacházejí pouze pod povrchem půdy v blízkosti poškozených rostlin (3, 4). Housenky osenic škodí na mnoha polních plodinách, zelenině, okrasných rostlinách i ovocných dřevinách a každoročně působí značné ztráty. Hospodářský význam housenek osenice polní napadajících polní zeleninu a kořenové plodiny v Polsku v posledních letech vzrůstá (5, 6, 7). Škodlivost souvisí s jejich životním cyklem. Poprvé bylo vysoké zamoření pozorováno na kulturních plodinách v září. Vysoká početnost instarů mladých osenic je evidentní u druhé generace (8, 9).

Monitoring výskytu a populační velikosti škůdců je jedním z prvků integrované ochrany rostlin, která má být prováděna na každé plodině ve všech lokalitách, aby byla její efektivnost maximální. Monitoring slouží k signalizaci a následně ochraně plodin (10). Signalizace výskytu škůdců v ochraně rostlin je používána v malém rozsahu a pouze u některých fytofágních druhů (11, 12). Vhodný monitoring musí být využitelný pro určení optimálního termínu ochrany. Má zahrnovat systematické pozorování škůdců k určení fáze jejich vývoje, populační velikosti, podílu poškozených rostlin nebo sledování závažnosti výskytu sekundárního napadení chorobami. Je-li překročen práh ekonomické škodlivosti, musí se zahájit chemická ochrana porostů (11, 13). Úspěch chemického zásahu proti osenicím závisí na vhodném termínu aplikace insekticidů. Ty jsou nejúčinnější v době, kdy housenky dosáhnou druhého instaru (14). Správný termín aplikace insekticidů proti osenicím může být určen podle vizuální kontroly rostlin (shluky vajíček a počet právě vylíhlých larev). Další možností sledování uvedených dvou druhů osenic je využití světelných pastí a feromonových lapačů (15, 16).

Cílem výzkumu bylo určit stupeň poškození bulev způsobeného housenkami a jejich vliv na výnos, cukernatost a obsah melasotvorných látek.

Materiál a metody

Monitoring osenic v letech 2009–2013

Výzkum v Polsku prováděl IOR-PIB (Institut ochrany rostlin – Národní výzkumný ústav, Oddělení prognózy výskytu škůdců a ekonomické ochrany rostlin) ve spolupráci s cukrovarnickou společností Pfeifer & Langen Polska, S. A., ve 13 vybraných řepářských oblastech Velkopolského a Dolnoslezského vojvodství v letech 2009–2013.

Velikost ploch, na kterých byl prováděn monitoring housenek, byla průměrně 1–2 ha. Během doby sledování (2009–2011) probíhal na 25 lokalitách monitoring housenek osenice. Pozorování za současného odchytu dospělců bylo prováděno 1–2× týdně od začátku května do konce července. Múry osenic byly chytány do světelných pastí (2, 14, 15). Od května do konce září, v období odchytu múr, byla na polních meteorologických stanicích zaznamenávána teplota a relativní vlhkost vzduchu. Naměřené údaje pocházejí z polních stanic patřících výzkumným organizacím IOR-PIB (Winna Góra), Výzkumnému centru pro zkoušení odrůd (COBORU) a GlaxoSmithKline (GSK-Poznań).

Z výsledků pozorování byl stanovován termín prvního letu dospělců osenic a celkový počet škůdců na jednotlivých lokalitách. Pokusný odchyt múr osenic byl porovnán se systematickou kontrolou sledovaných ploch v době intenzivního letu těchto škůdců. Kontrola byla použita k pozorování začátku kladení vajíček, líhnutí prvních larev, jejich růstu do velikosti 10–12 mm a k určení termínu chemické ochrany. Datum aplikace insekticidu bylo stanoveno na základě letu osenic, sumy efektivních teplot a sumy tepla, které vysoce průkazně ovlivňují dobu vývoje larev až do požadované fáze L_2 (14, 17).

Vztah mezi velikostí populace osenice polní a osenice vykřičníkové byl stanoven na základě Pearsonova korelačního koeficientu (18). Vztahy mezi populační velikostí osenice polní (y_1) a osenice vykřičníkové (y_2) jsou nezávislé. Signalizace (S) (x_1), suma tepla (SH) (x_2) a sumy efektivních teplot (SET) (x_3) byly analyzovány vícefaktorovou regresní analýzou použitím statistického balíčku GanStat v. 15. Procento rozptylu počítáme (koeficient determinace $R^2 \cdot 100$) podle vzorce $R^2 = 1 - SS_E/SS_T$, kde SS_E je reziduální součet čtverců (také zvaný součet reziduálních čtverců) a SS_T je celkový součet čtverců (úměrný k rozptylu vzorků). R^2 dává informace o vhodnosti modelu. V regresi je koeficient determinace statistický údaj, který ukazuje, jak přesně regresní přímka odpovídá skutečným bodům měření (19).

Polní pokusy

Účinnost provedené ochrany byla hodnocena na základě výše výnosu získaného u každé z variant pokusu:

- kontrola (C) – neošetřená,
- ochrana na základě signalizace (S) – podle pozorování škůdce,
- ochrana na základě sumy tepla (SH) – sledováno na poli,
- ochrana na základě sumy efektivních teplot (SET) – indikované místnosti.

Pokusy probíhaly od roku 2011 do roku 2013 na pokusné stanici Winna Góra, ochrana byla prováděna aplikací přípravku Sherpa 100 EC (účinná látka cipermetryna) v dávce $0,3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Sklizňová plocha jednotlivých parcel byla 30 m^2 . Výnos bulev byl určen při sklizni. Sledování rozsahu poškození způsobeného housenkami bylo prováděno na každé parcele, stupeň poškození (zvláště bulev) byl stanoven za použití pětibodové stupnice podle MALACHOWSKÉ (20). Výsledky hodnocení byly přepočteny na procento poškození povrchu bulev podle TOWNSENDA A HEUBERGERA (21) vzorcem (22):

$$IP = \frac{\sum_{i=1}^n (n \cdot v)}{i \cdot N} \cdot 100 \quad (\%),$$

ve kterém je n – počet rostlin v určitém stupni poškození (infestace), v – je stupeň poškození, i – nejvyšší stupeň stupnice poškození a N – celkový počet rostlin.

Celkem bylo stanoveno poškození osenicemi na 500 kusech bulev. Zároveň byly odebrány vzorky bulev k laboratorní analýze chemického složení. Výnos kořene byl vypočten z průměrné hmotnosti jedné bulvy a počtu rostlin na jednotce plochy. Při sklizni byl také na všech pozemcích určen podíl výnosu poškozených a napadených bulev. Stanovení cukernatosti i obsahu melasotvorných látek bylo provedeno na automatické lince Venema ve Straszówu (KSBB). Na základě získaných údajů byl spočítán i výnos cukru.

Normalita rozdělení sledovaných znaků – výnosu čerstvé řepné hmoty (výnos kořene) a obsahu cukru, draslíku, sodíku a α -aminodusíku – byla testována dle SHAPIRA A WILKA (23). Dvoufaktorová analýza rozptylu (ANOVA) byla provedena pro zjištění vlivu ročníků a chemické ochrany, stejně jako vzájemného vlivu ročníků a aplikace insekticidu na výnos čerstvé hmoty (kořene), obsah cukru, draslíku, sodíku a dusíku. Vypočteny byly průměrné hodnoty a standartní odchylky jednotlivých znaků, pro každý znak byla vypočtena i statisticky významná odchylka dle Tuckeyho testu (HSD). Vztahy mezi sledovanými znaky byly stanoveny použitím Pearsonových korelačních koeficientů (18) ve formě bodové matice (24). Variabilita výnosu čerstvé hmoty, obsahu cukru, draslíku, sodíku a dusíku podle ročníků i podle aplikace insekticidu (nezávislá) byla zobrazena ve formě krabicového diagramu.

Výsledky a diskuse

Monitoring osenice polní a osenice vykřičníkové v letech 2009–2013

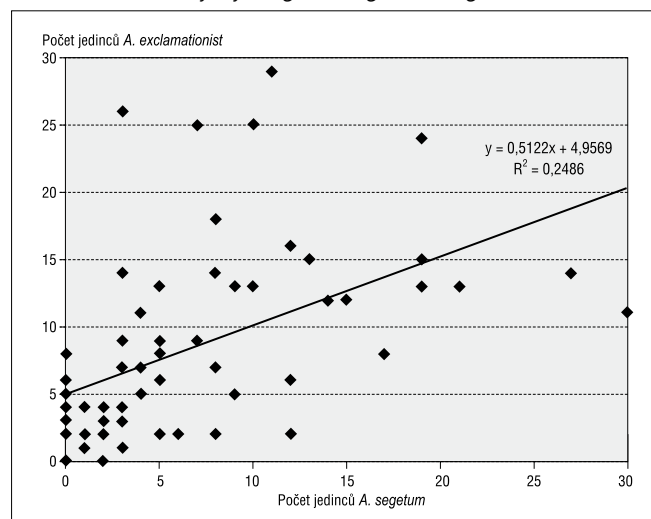
V roce 2013 byly první osenice polní odchyceny na konci druhé dekády května. První let osenice polní pak byl pozorován 19. června. Osenice vykřičníková byla odchycena na začátku

druhé dekády května. Hromadné kladení vajíček bylo pozorováno na konci května a na začátku června a trvalo až do konce června. Počáteční stadium housenek L_1 pak bylo pozorováno na sledovaných plochách uprostřed června. Na konci tohoto měsíce kvůli meteorologickým podmínkám, příznivým pro vývoj škůdce, byly zaznamenány na monitorovaných plochách různé fáze vývoje housenek od L_2 do L_3 .

Průměrným termínem signalizace chemického zásahu proti osenicím v roce 2013 byl 30. den (v rozmezí od 19. do 41. dne). Datum chemického ošetření bylo v roce 2013 určeno na základě signalizace na 28. června, 8. a 15. července, tj. mezi 27. a 41. dnem od prvního data zjištění do masového letu osenic. Průměrná suma tepla na lokalitách Slone, Winna Góra a Poznań byla $623,1 \text{ }^\circ\text{C}$ (postřik insekticidem byl proveden 28. června). Z technických důvodů byl na mnoha lokalitách postřik proveden 8. července. Průměrná zaznamenaná suma tepla byla $611,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Na ostatních lokalitách byl postřik aplikován 15. července, kdy suma tepla byla $569,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v napadení na různých lokalitách osenicemi polní ($F_{24;40} = 1,10$; $P = 0,386$) a osenicemi vykřičníkovou ($F_{24;40} = 1,14$; $P = 0,352$). Průměrná teplota v červnu byla $16,1 \text{ }^\circ\text{C}$, ve srovnání s předchozími roky nebyla pro vývoj škůdce dostatečně příznivá. Analýza počtu housenek ve Winna Góra byla provedena 26. června, ukázala průměrný počet 1,3 jedinců na 1 m^2 . Práh škodlivosti nebyl dosažen. Velikost pozorovaných housenek odpovídala fázím L_2 a L_3 . Průměrná teplota vzduchu v červenci, ve kterém byla provedena další dvě insekticidní ošetření, dosáhla $19 \text{ }^\circ\text{C}$, což je pro vývoj škůdce příznivá teplota. Můžeme shrnout, že na základě pozorované velikosti housenek a signalizačních metod bylo chemické ošetření načasováno s malým zpožděním.

Termíny chemické ochrany určené na základě druhé metody (použití sumy tepla a sumy efektivních teplot) byly pro celé období vývoje osenic určeny na následující dny: 23. červen pro tři lokality, 28. červen pro Boryszyn Mały, Rozalin, Drożdzyce, Czachorów, Russów a Kawcze a 8. červenec pro další čtyři lokality. U prvního termínu dosáhly sumy tepla hodnot $587,1 \text{ }^\circ\text{C}$, $521,2 \text{ }^\circ\text{C}$ a $593,0 \text{ }^\circ\text{C}$, a sumy efektivních teplot $198,0 \text{ }^\circ\text{C}$; $195,0 \text{ }^\circ\text{C}$ a $237,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Na pozemku pozorované housenky měly velikost odpovídající L_2 fázi. Po kontrole sledovaných ploch byl termín chemického postřiku na ostatních lokalitách stanoven podle sumy tepla a sumy efektivních teplot na 28. června a na 8. července.

Obr. 1. Korelace výskytu *Agrotis segetum* a *Agrotis exclamatoris*



Tab. I. Průměry čtverců dvoufaktorové analýzy rozptylu pro výnos čerstvé řepné hmoty (kořene), obsah cukru, draslíku, sodíku a aminodusíku

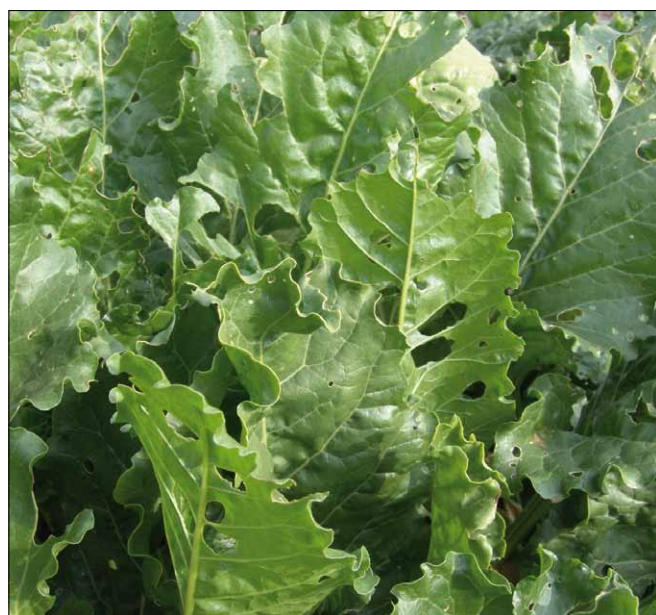
	d.f.	Výnos kořene	Obsah cukru	Obsah K	Obsah Na	Obsah α-aminon
Rok	2	385,1***	49,1***	1 224,2***	28,7***	1 206,6***
Termín aplikace	3	14,35	0,16	12,33	0,053	9,04
Rok × termín aplikace	6	10,5	0,13	17,46	0,387	6,69
Zbytek	36	12,62	0,39	29,02	0,392	32,76

*** P < 0,001

Průměrné sumy tepla a efektivních teplot byly 463,3 °C a 188,1 °C (28. červen) a 475,3 °C a 202,2 °C (8. červenec). Průměrná suma efektivních teplot byla u lokalit, na kterých byl prováděn monitoring, dosažena od 1. do 15. července (mimo Poznaň, kde připadla hodnota 237,0 °C na 23. června). Počet housenek byl v průměru 1,7 jedinců na 1 m². Termín postřiku připadl v průměru na 7. den od data, kdy byl poprvé záznamován masivní nálet osenic. Při sledování pro potřeby signalizace byly housenky pozorovány na poli v různých fázích vývoje ve velikosti od 0,6 mm do 19 mm (L₁ – L₃ fáze).

Můžeme shrnout, že chemický postřik podle signalizace byl v roce 2013 načasován s mírným zpožděním, kdy sumy tepla na mnoha monitorovaných lokalitách byly překročeny. Housenky osenic pozorované při rozbořech půdy měly velikost od 9 do 17 mm, což odpovídalo fázi L₂ – L₃. Chemické ošetření, provedené v termínech stanovených podle sledování letu a podle polních kontrol, zpomalilo vývoj osenic na plochách cukrové řepy.

V průběhu výzkumu v letech 2009 až 2013 byla prováděna analýza rozptylu počtu odchycených obou druhů osenic. Na základě výsledků analýzy rozptylu bylo zjištěno, že ročník není faktorem ovlivňujícím velikost populací *A. segetum* ($F_{4,60} = 0,54$, $P = 0,708$). Naopak u velikosti populace *A. exclamationis* ($F_{4,60} = 2,95$, $P = 0,027$) byl ročník rozlišovacím statisticky průkazným faktorem. Rok 2011 byl, oproti období let 2009 až 2013, ročníkem podporujícím vývoj osenic. Periodické zvýšení populační velikosti osenic bylo pozorováno v letech 2008



a 2009, kdy byla vysoká početnost náletů dospělců druhu *A. segetum*. V roce 2010 byl nálet osenic opožděn kvůli průběhu počasí. Maximální nálet nastal v červenci a srpnu. V letech 2011 a 2012 nastala skrytá gradace tohoto škůdce. Nálety sledovaných druhů osenic na monitorovaných lokalitách začaly od třetí dekády května (v letech 2009, 2011 a 2013) a trvaly do první poloviny července. Délka letové aktivity závisela především na podmínkách počasí. Začátek kladení vajíček v polních podmínkách byl v pokusných letech pozorován od konce května

do první poloviny června. Teplé a vlhké počasí, s výjimkou roku 2010, způsobilo líhnutí housenek od začátku června do konce července. Termín chemického ošetření byl statisticky průkazným faktorem ($P < 0,001$) ovlivňujícím výskyt osenice polní i osenice vykřičníkové. Výsledky regresní analýzy ukazují také statisticky průkazný vliv ($P < 0,001$) sumy tepla a efektivních teplot na velikost populací osenice polní a osenice vykřičníkové. Výsledky souhlasí s předchozími výzkumy provedenými na řepě (2, 25).

Regresní analýza ukazuje statisticky průkazný vliv signalizace, sumy tepla a sumy efektivních teplot na počet jedinců osenice polní *Agrotis segetum*. Výsledný regresní model je:

$$y_1 = -0,0117x_1 + 0,0305x_2 - 0,0107x_3$$

kde y_1 je počet jedinců *Agrotis segetum*, x_1 je signalizace ošetření (S), x_2 suma tepla (SH) a x_3 suma efektivních teplot (SET).

Každý ze tří faktorů byl nezávisle považován za statisticky průkazný ($P < 0,001$) a určující počet jedinců osenice polní. Regresní analýza potvrzuje i statisticky průkazný účinek uvedených faktorů na počet jedinců osenice vykřičníkové *Agrotis exclamationis* – výsledný regresní model je:

$$y_2 = -0,0189x_1 + 0,0524x_2 - 0,0404x_3$$

Každý ze tří faktorů nezávisle byl také považován za statisticky průkazný, určující počet jedinců osenice vykřičníkové. Počet jedinců *Agrotis segetum* průkazně koreloval s počtem jedinců *Agrotis exclamationis* (obr. 1.).

Polní pokusy a výsledky rozborů bulev

Technologickou jakost bulev ovlivňuje nejenom obsah sacharosu ale také obsah škodlivých necukrů. Údaje o obsahu cukru, α-aminodusíku, sodíku a draslíku jsou uvedeny v tab. I. až tab. III. (na 100 g sacharosu). Dvoufaktorová analýza rozptylu potvrdila, že vliv ročníku byl průkazný ($P < 0,001$) u všech sledovaných údajů (tab. I.). Tab. I. také ukazuje, že hlavní parametry – termín aplikace i ročník × termín aplikace nebyly průkazné. Střední hodnoty, standartní odchylky a HSD pro výnos čerstvé hmoty, obsah cukru, draslíku, sodíku a α-aminodusíku obsahuje tab. II. Nejvyšší výnos čerstvé hmoty byl zaznamenán v roce 2012 (23,70), zatímco nejnižší (14,57) byl v prvním roce pozorování 2011 (tab. II., obr. 2.). Nejvyšší obsah cukru byl pozorován v roce 2011 (18,03), nejnižší (14,53) byl v roce 2012 (tab. II., obr. 3.). Nejvyšší obsah draslíku byl zjištěn v roce 2013 (58,64), nejnižší (42,36) pak v prvním roce pozorování (tab. II., obr. 4.). Nejvyšší obsah sodíku byl zjištěn v roce 2012 (4,019) a nejnižší (1,438) v roce 2013 (tab. II., obr. 5.). Nejvyšší obsah

α -aminodusíku byl v roce 2012 (23,96), nejnižší (6,97) v roce 2011 (tab. II., obr. 6.).

Všechny dvojice parametrů (kromě obsahu draslíku a sodíku) byly průkazně korelující (tab. III., obr. 7.). Výnos čerstvé řepné hmoty pozitivně koreloval s obsahem draslíku ($r = 0,371$), sodíku ($r = 0,630$) a α -aminodusíku ($r = 0,511$), negativně koreloval s obsahem cukru ($r = -0,659$). Obsah cukru negativně koreloval s obsahem draslíku ($r = -0,741$), sodíku ($r = -0,610$) a α -aminoN ($r = -0,867$). Obsah dusíku pozitivně koreloval s obsahem draslíku ($r = 0,814$) i s obsahem sodíku ($r = 0,413$).

Hodnotit vztahy mezi poškozením kořene, výnosem a parametry technologické jakosti je obtížné. Za zmínku stojí pozitivní závislost mezi výnosem čerstvé řepné hmoty a obsahem draslíku, sodíku a α -aminodusíku a průkazná, ale negativní závislost s obsahem cukru. Ve svých výzkumech došel ARTYSZAK (26, 27) k závěrům o průkazné (negativní) korelaci mezi poškozením bulev osenicemi a výnosem kořenů, cukernatostí, obsahem sodíku v bulvách, výnosem polarizačního cukru a výtěžností cukru, ale průkazně (pozitivní) s obsahem α -aminodusíku. Uvedený autor zjistil také průkazný (negativní) vztah mezi procentem poškození povrchu bulev osenicemi a výnosem bulev i cukru. WESOŁOWSKI (28) ukázal vysoce průkazný vliv úrovně ochrany cukrové řepy na obsah α -aminodusíku v bulvách. Vyšší úroveň ochrany snížila obsah α -aminodusíku o 8,6 %, podobně jako intenzivní aplikace pesticidů.

Podle JAKUBOWSKÉ (14) a WALCZAKA (17) je optimální období pro použití chemického ošetření před koncem druhé vývojové fáze (L_2) housenek *Agrotis segetum*. Mírné zpoždění chemické ochrany o několik dní kvůli nepříznivým podmínkám lze tolerovat (29). Aplikace insekticidu však musí být provedena do 5–6 dní od stanoveného termínu, jinak se housenky přesunou hlouběji do půdy. Určení optimálního termínu ošetření na základě pravidelné prohlídky ploch je důležitým prvkem opatření k omezení škodlivosti osenic v porostech a zároveň krokem ke snížení nadměrného užívání pesticidů.

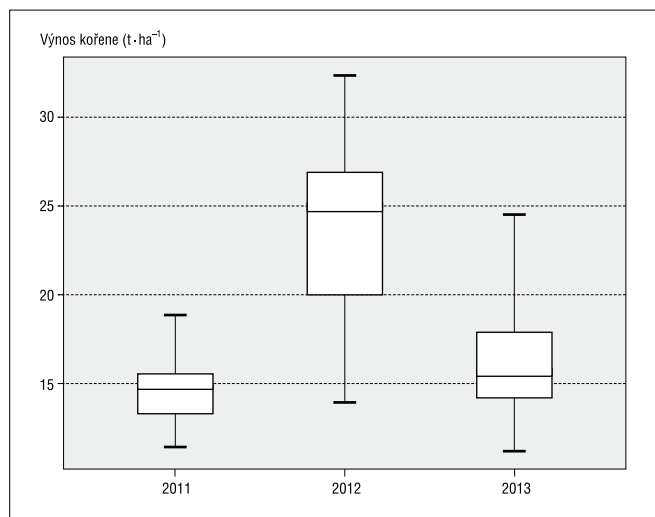
Tab. II. Střední hodnoty, směrodatné odchylky a Tuckeyho průkazné rozdíly ($HSD_{0,05}$) pro výnos čerstvé řepné hmoty (kořene), obsah cukru, draslíku, sodíku a aminodusíku

Varianta	Výnos kořene (t · ha ⁻¹)		Obsah cukru (%)		Obsah K (mg · 100 g ⁻¹)		Obsah Na (mg · 100 g ⁻¹)		Obsah α -aminoN (mg · 100 g ⁻¹)	
	prům.	sm. odch.	prům.	sm. odch.	prům.	sm. odch.	prům.	sm. odch.	prům.	sm. odch.
2011										
C	15,51	2,842	17,97	0,2597	43,63	3,175	2,625	1,1354	7,88	2,280
S	13,19	1,392	18,24	0,2965	41,90	3,448	1,75	0,3	7,25	1,975
SH	15,10	0,745	17,99	0,4639	42,05	2,144	2,05	0,6028	6,32	1,490
SET	14,46	1,031	17,91	0,6609	41,88	1,721	2,00	0,6055	6,46	1,924
2012										
C	22,77	2,618	14,87	0,1424	53,65	5,338	3,80	0,6055	23,88	6,974
S	23,38	4,903	14,51	0,5134	54,50	6,262	4,10	0,7659	21,71	4,255
SH	23,80	6,713	14,42	0,4038	56,38	2,482	4,025	0,4031	24,82	6,322
SET	24,86	5,914	14,30	0,5199	59,70	6,819	4,15	1,1091	25,45	7,285
2013										
C	19,76	3,901	16,09	0,6903	60,60	7,202	1,4	0,216	17,44	6,716
S	13,49	1,592	16,27	0,8517	58,58	9,398	1,75	0,1732	17,10	6,520
SH	15,58	3,144	16,37	1,0606	55,95	4,045	1,3	0,3742	19,66	9,897
SET	15,32	1,106	16,04	0,8856	59,42	6,465	1,3	0,1826	20,18	5,720
Průměr let 2011–2013										
C	19,35	4,231	16,31	1,386	52,62	8,811	2,608	1,230	16,40	8,610
S	16,68	5,676	16,34	1,682	51,66	9,643	2,533	1,238	15,35	7,571
SH	18,16	5,704	16,26	1,653	51,46	7,464	2,458	1,274	16,94	10,222
SET	18,22	5,864	16,08	1,668	53,67	10,037	2,483	1,431	17,36	9,711
Průměr variant aplikace										
2011	14,57	1,775	18,03	0,4228	42,36	2,545	2,106	0,7289	6,97	1,851
2012	23,70	4,776	14,53	0,4385	56,06	5,462	4,019	0,6988	23,96	5,839
2013	16,04	3,376	16,19	0,8009	58,64	6,541	1,438	0,2941	18,60	6,752
$HSD_{0,05}$										
Rok	2,547		0,446		3,863		0,449		4,104	
TA	2,941		0,515		4,46		0,518		4,739	
Rok × TA	5,094		0,891		7,726		0,898		8,208	

Pozn.: C – bez ochrany, S – ochrana na základě signalizace, SH – ochrana na základě sumy tepla, SET – ochrana na základě sumy efektivních teplot, TA – termín aplikace

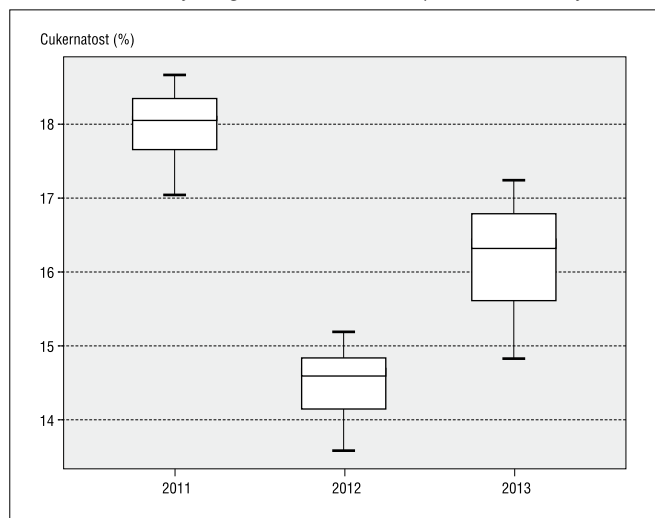
Výzkum osenic se z uvedeného důvodu stejně jako v případě ostatních škůdců zaměřuje na nalezení závislosti mezi vývojem daného škůdce a teplotou i vlhkostí vzduchu. To by přispělo ke stanovení optimálního termínu aplikace insekticidů proti tomuto škůdci cukrové řepy (11). Osenice jsou škodlivé především v závislosti na velikosti svých populací, kterou ovlivňuje průběh počasí a délka doby líhnutí a vývoje housenek škodících na plodinách žírem. Studené počasí v průběhu zimy, teplá a suchá jara i léta a následně suché počasí na podzim jsou pro vývoj osenic příznivé (29).

Obr. 2. Krabicový diagram výnosu čerstvé řepné hmoty (kořene) rozdělené podle jednotlivých let pozorování

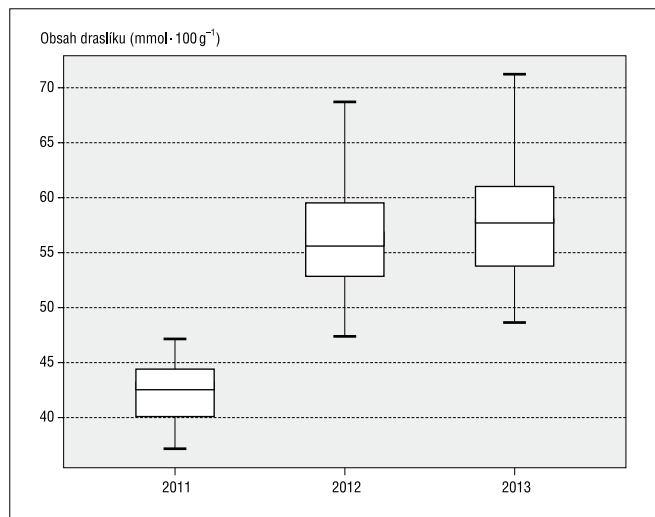


Pozn.: spodní a horní část sloupce jsou 25. a 75. percentil – nejnižší a nejvyšší kvartily a uprostřed je 50. percentil – medián, konce úseček představují minima a maxima

Obr. 3. Krabicový diagram obsahu cukru podle sledovaných roků



Obr. 4. Krabicový diagram obsahu K podle sledovaných roků



Závěr

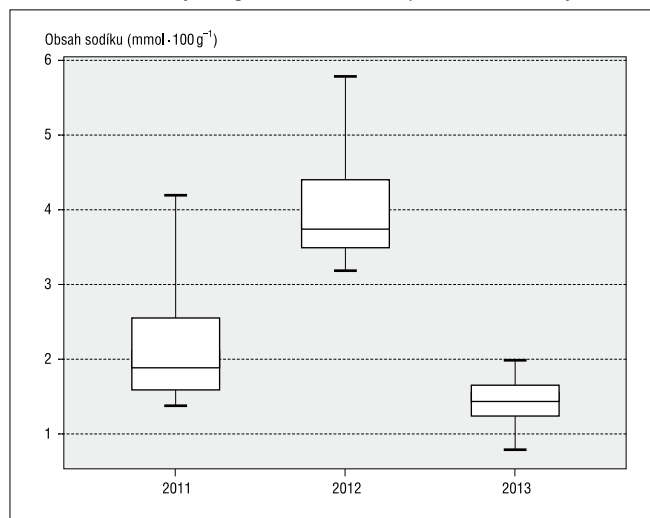
Načasování letové aktivity osenic *Agrotis* spp. je v Polsku poměrně proměnlivé a značně se odlišuje od předchozích let. Je závislé zejména na průběhu počasí v daném roce. Období letu zkoumaných druhů osenic trvalo od třetí dekády května do první až druhé dekády července. Procento poškození bulev housenkami vysoce průkazně ovlivňuje výnos a výtěžnost cukru. Symptomy poškození bulev průkazně pozitivně korelovaly s cukerností a průkazně, ale negativně, s výnosem cukru.

Výnos cukru, relevantní kritérium kvality řepy, je především dán obsahem sacharosy a α -aminodusíku v bulvách. Jejich variabilita závisí na zdravotním stavu řepných bulev, průběhu počasí během vegetačního období cukrovky a obsahu dusíku v půdě.

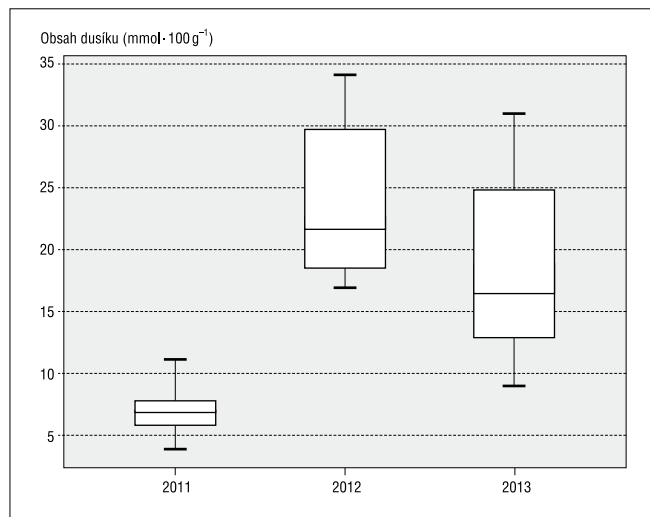
Souhrn

Výzkum organizoval Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy v letech 2009–2013 v Polsku. Na 25 lokalitách probíhal monitoring výskytu osenic *Agrotis segetum* (Den. et Schiff.) a *A. exclamationis* (L.). Ve stalých polních pokusech v letech 2011–2013

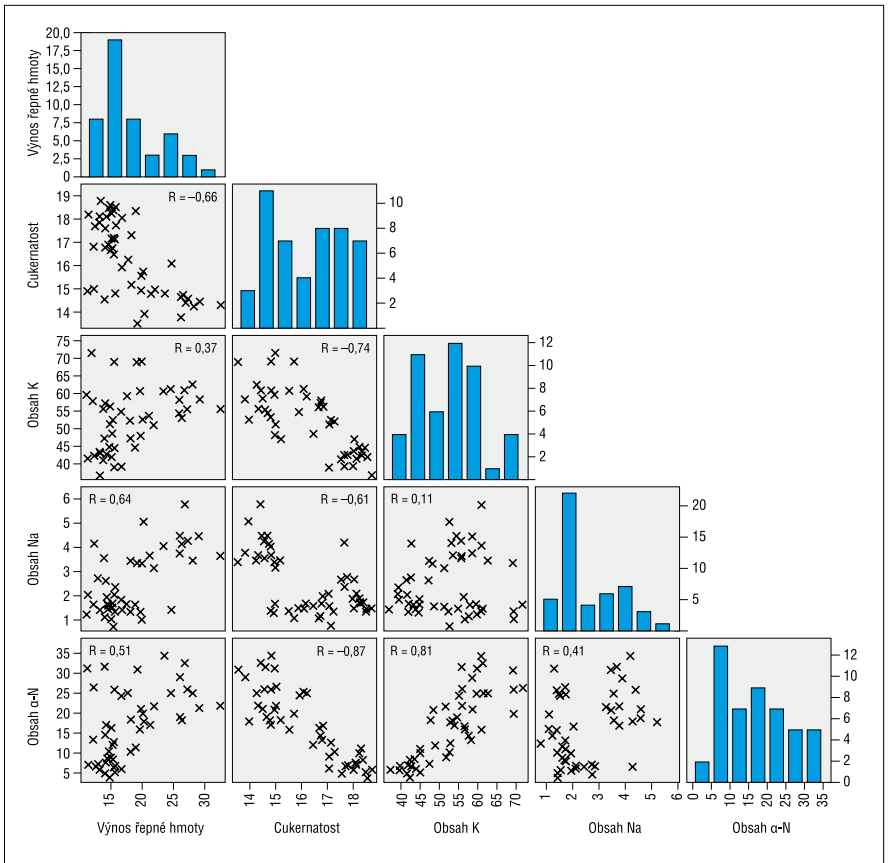
Obr. 5. Krabicový diagram obsahu Na podle sledovaných roků



Obr. 6. Krabicový diagram obsahu N podle sledovaných roků



Obr. 7. Bodová matice pro pět zkoumaných parametrů



na experimentální stanici Winna Góra probíhalo zkoušení ochrany porostů a sledování technologické jakosti řepy. Technologická jakost bulev je mj. dána obsahem sacharosu, α -aminodusíku, draslíku, sodíku i výnosem bulev a cukru. Sledována byla ve vztahu k výskytu osenic *A. segetum* a *A. exclamationis* a insekticidnímu ošetření. Získané výsledky ukazují nejvyšší obsah α -aminodusíku, který byl pozorován v roce 2012 (23,96), zatímco nejnižší (6,97) byl v roce 2011. Všechny prvky (kromě obsahu K a Na) průkazně korelovaly. Výnos čerstvé řepné hmoty pozitivně koreloval s obsahem K ($r = 0,371$), Na ($r = 0,630$), α -aminodusíku ($r = 0,511$), a negativně s obsahem cukru ($r = -0,659$). Obsah cukru negativně koreloval s obsahem K ($r = -0,741$), Na ($r = -0,610$) a α -aminodusíku ($r = -0,867$). Obsah α -aminodusíku pozitivně koreloval s obsahem K ($r = 0,814$) i s obsahem Na ($r = 0,413$). Důležitým faktorem ovlivňujícím technologickou jakost bulev řepy byl průběh počasí během vegetace. Chemická ochrana byla stanovena na základě signalizace výskytu škůdců a fenologických kritérií, jako jsou suma tepla a suma efektivních teplot pro vývoj osenic.

Klíčová slova: cukrová řepa, osenice *Agrotis* spp., signalizace, suma efektivních teplot, výnos cukrové řepy, znaky jakosti, poškození bulev.

Tab. III. Pearsonovy korelační koeficienty mezi výnosem čerstvé řepné hmoty (kořene), obsahem cukru, draslíku, sodíku a aminodusíku

Vlastnost	Výnos kořene	Obsah cukru	Obsah K	Obsah Na	Obsah α -N
Výnos řepné hmoty	1				
Obsah cukru	$-0,659^{***}$	1			
Obsah K	$0,371^{**}$	$-0,741^{***}$	1		
Obsah Na	$0,636^{***}$	$-0,610^{***}$	0,108	1	
Obsah α -aminoN	$0,511^{***}$	$-0,867^{***}$	$0,814^{***}$	$0,413^{**}$	1

** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

Literatura

- CAMPBELL, L. G.: Sugar beet quality improvement. In BASRA, A.S.; RANDHAWA, L. S. (Eds.): *Quality improvement in field crops*. Binghampton, New York: The Haworth Press Inc., 2002, s. 395–413.
- JAKUBOWSKA, M.; BOCIANOWSKI, J.: Efficiency of pheromone traps for monitoring of the *Agrotis segetum* (Den. et Schiff.) and *A. exclamationis* (L.) for short-forecasting. *Annales UMCS Sectio E Agricultura*, 68, 2013 (1), s. 1–9.
- ESBJERG, P.: Behaviour of 1st- and 2nd-instar cutworms (*Agrotis segetum* Schiff.) (Lep., Noctuidae): the influence of soil moisture. *J. Appl. Entomol.*, 105, 1988, s. 295–302.
- GOMAA, A. A.: Biological study on the cutworm, *Agrotis segetum* Schiff. (Lepidoptera: Noctuidae). *Z. für Angewandte Zoologie*, 651, 1978, s. 37–43.
- MRÓWCZYŃSKI, M.; WACHOWIAK, H.; BORON, M.: Cutworms – a dangerous pest in the autumn of 2003. *Ochrona Roślin*, 47, 2003 (10), s. 24–26.
- SHARMA, S. K.: Effect of cutworm population and shoot damage in potato on the tuber yield. *Potato J.*, 40, 2013 (2), s. 114–121.
- SZWEJDA, J.; ROGOWSKA, M.: Phytophagous entomofauna of tomato, paprika and eggplant occurring on plantations in Poland in 1919–2010. *Vegetable Crops Res. Bulletin*, 75, 2011, s. 5–19.
- GARNIS, J.; DĄBROWSKI, Z. T.: Effect of crop plant species on the efficacy of pheromone traps for monitoring of the Turnip moth (*Agrotis segetum* Schiff.) (Lep., Noctuidae). *Vegetable Crops Res. Bulletin*, 68, 2008, s. 81–91.
- MERŽHEEVSKAJA, O. I.: *Larvae of Oulet moths (Noctuidae). Biology, morphology and classification*. New Delhi: Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd, 1989, 420 s.
- VOLKMAR, C.; WERNER, C.: On the occurrence and monitoring of wheat blossom midges (Diptera: Cecidomyiidae) in Central Germany. In ALFORD D. V. ET AL. (Eds.): *Best practice in disease, pest and weed management*. Proceed. Symp. Humboldt University, Berlin, Germany, May 10–12, 2007, s. 54–55.
- WALCZAK, F.; TRATWAL, A.; KRASIŃSKI, T.: Directions of the development of pest forecasting and warning systems in plant protection. *Progress in Plant Protection*, 50, 2010 (1), s. 81–86.
- ZACHA, J.: *Prognóza a signalizace v ochraně rostlin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1966, 66 s.
- MATYJASZCZYK, E.; TRATWAL, A.; WALCZAK, F.: *Selected problems of plant protection in organic farming and integrated plant protection*. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, Poland, 2010, 103 s.
- JAKUBOWSKA, M.: *Improving the forecasting of short-term chemical protection of sugar beet against Agrotis segetum (Den. et Schiff.) and A. exclamationis (L.) (Lepidoptera, Noctuidae)*. PhD thesis., Institute of Plant Protection – NRI, Poznań, Poland, 2009, 176 s.
- BARTELS, D. W.; HUTCHISON, W. D.; UDAYAGIN, S.: Pheromone trap monitoring of Z-strain European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae): optimum pheromone blend, comparison, with blacklight traps, and trap number requirements. *J. Econom. Entomol.*, 90, 1997, s. 449–457.
- PARUCH, E.; NAWROT, J.; WAWRZECZYK, C.: Lactones: Part 11. Feeding deterrent activity of some Bi- and tricyclic terpenoid lactones. *Pest Management Sci.*, 57, 2001 (9), s. 781–786.
- WALCZAK, F.: *The use of multiple regression methods in determining the optimum date chemical crop protection against cereal leaf beetle (Oulema spp.) in the Wielkopolska province*. Scientific dissertation, Institute of Plant Protection – NRI, Poznań, Poland, 2003, 132 s.
- KOZAK, M. ET AL.: Call for more graphical elements in statistical teaching and consultancy. *Biometrical Letters*, 47, 2010 (1), s. 57–68.
- SZULC, P.; BOCIANOWSKI, J.: Hierarchy of mineral uptake in the creation of generative yield. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20, 2011 (8), s. 2135–2140.
- MALACHOWSKA, D.: The period signal control methods and results of studies of Turnip moth in Poland. *Gaz. cukrown.*, 2, 1987, s. 41–42.
- TOWNSEND, G. R.; HEUBERGER, J. V.: Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*, 24, 1943, s. 340–343.
- LENC, L.: Efficacy of Biosept 33 SL in limiting of Alternariosis on potato (*Alternaria* spp.) grown in organic farm. *J. Res. Applications in Agricult. Engineering*, 52, 2007 (3), s. 101–104.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B.: An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 1965 (3-4), s. 591–611.
- BOCIANOWSKI, J.; JOACHIMIAK, K.; WÓJCIAK, A.: The influence of process variables on the strength properties of NSSC birch pulp. Towards the limits of optimization: part one – the effect of liquor ratio. *Drewno*, 188, 2012, s. 17–32.
- JAKUBOWSKA, M.; WALCZAK, F.; LIPA, J. J.: Determination of effective degree-day for supporting chemical control against cutworms (Lep. Noctuidae) in the sugar beet. *J. Agricult. Sci. Technol.*, 3A, 2012 (2), s. 314–326.
- ARTYSZAK, A.: Harmfulness of cutworm at different a fore crop and crop postharvest under sugar beet. *Progress in Plant Protection*, 50, 2010 (3), s. 1535–1541.
- ARTYSZAK, A.: Harmfulness of cutworm in different methods of cultivation on sugar beet. *Progress in Plant Protection*, 51, 2011 (4), s. 1805–1810.
- WESOŁOWSKI, M.; BĘTKOWSKI, M.; KOKOSZKA, M.: The influence of quality sugar beet roots without animal dung. *Annales UMCS, sec. E*, 58, 2003, s. 1–12.
- WALCZAK, F.; JAKUBOWSKA, M.: The increase in harmfulness of cutworms (Agrotinae) in Poland. *Progress in Plant Protection*, 41, 2001 (2), s. 386–390.

Bocianowski J., Jakubowska M., Nowosad K., Lawiński H.: Influence of Root Damage of Sugar Beet by *Agrotis* spp. on Technological Quality of Raw Material

The research was carried out by the Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (Plant Protection of Institute – National Research Institute) between the years 2009 and 2013 in Poland. Monitoring of cutworm, *Agrotis segetum* (Den. et Schiff.) and *A. exclamationis* (L.) was performed at 25 sites. In static field trials in 2011–2013 at experimental station in Winna Góra tests of vegetation protection and technological quality of roots were performed. The technological quality is determined by the content of sucrose, α -amino-N, K, Na, and yield of roots and sugar. This was monitored in relation to cutworm occurrence (*A. segetum* and *A. exclamationis*) and to insecticide treatment.

The obtained results showed that the largest α -amino-N content was observed in 2012 (23.96), while the smallest in the first year of observation (6.97). All pairs of traits (except K content and Na content) correlated significantly. Beet fresh mass yield positively correlated with K content ($r = 0.371$), Na content ($r = 0.630$), α -amino-N content ($r = 0.511$), and negatively with sugar content ($r = -0.659$). Sugar content negatively correlated with content of K ($r = -0.741$), Na ($r = -0.610$) and α -amino-N ($r = -0.867$). Content of α -amino-N positively correlated with K content ($r = 0.814$) as well as Na content ($r = 0.413$). An important factor determining the technological quality of beet roots was weather conditions during growing season. Chemical treatment was applied based on the pest signaling system, and phenological criteria such as the sum of heat and of effective temperatures for cutworm development.

Key words: cutworms, integrated pest management, sums of effective temperatures, yield of sugar beet, quality features, root damage.

Kontaktní adresa – Contact address:

Dr hab. Jan Bocianowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, Poland, e-mail: jbob@up.poznan.pl