

Vyhodnocení reakce souboru odrůd řepky olejky na meteorologické faktory

Evaluation of the response of various varieties of oilseed rape to meteorological factors

Vera Potopová¹, Luboš Tůrkott¹, Josef Soukup¹, Petr Zehnálek²

Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, KAB¹; ÚKZÚZ Hradec nad Svitavou²

Abstrakt

Byl testován soubor 108 ozimých odrůd řepky olejky na dvou lokalitách s dlouhodobým zakládáním odrůdových pokusů Jaroměřice nad Rokytnou a Hradec nad Svitavou. Odrůdové pokusy byly vedeny v letech 1996 – 2017. U rostlin byly testovány výnosové, fenologické a kvalitativní parametry (počátek a konec kvetení, termín zralosti, poléhavost, délka rostlin, přezimování, HTS, výnos a olejnatost) ve vztahu k meteorologickým faktorům (úhrn srážek, počet dnů se srážkovým úhrnem ≤ 5 mm a > 5 mm, teplotní extrémy, počet mrazových dnů). Pro hodnoty výnosových, fenologických a kvalitativních parametrů byl vytvořen model hodnocení výkonnosti odrůd a byla stanovena váha vlivu jednotlivých faktorů na výnosnost odrůd. Z výsledků vyplývá vysoká výkonnost testovaných odrůd a výborná schopnost přezimování (70 – 100 %). Problematikou dlouhodobého testování odrůd řepky olejky je rychlá obměna sortimentu odrůd.

Klíčová slova: přezimování, poléhavost, sucho, nadměrné množství srážek, silné mrazy

Abstract

This study quantified agrometeorological constraints and benefit effects on rape growth cultivars and extract the dominant meteorological factors. A set of 108 winter varieties of oilseed rape was tested under various soil and climatic conditions at two experimental stations of Jaroměřice nad Rokytnou and Hradec nad Svitavou. The multi-year field experiments, which include various cultivars ranging from early to late, were conducted by the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture. To evaluate of the response of oilseed rape cultivars to meteorological factors, we included in the model such as phenological, yield and qualitative parameters (beginning and the end of flowering, maturity, lodging, plant length, overwintering, WTS, yield and oiliness). Meteorological conditions during the experimental operating period in terms of total precipitation, number of days with rainfall ≤ 5 mm and > 5 mm, temperature extremes and the number of frost days were then used as an important site-specific input parameter.

Keywords: overwintering, lodging, drought, surplus of rainfall, severe frost

Úvod

Sucho je jedním z řady stresorů působících na výnos a kvalitu zemědělských plodin (Potop et al., 2015; Potopová et al. 2017a-b). Celkové ekonomické dopady období sucha a nedostatku vody v posledních třech desetiletích byly vyčísleny v Evropské unii na 100 miliard EUR (Trnka et al., 2017). Suchům a regionálním nedostatkům vody se nevyhne ani Česká republika. V letošním roce 2018 sucho postihlo především jižní a západní Čechy, Vysočinu a severní Moravu, což negativně ovlivní výnos většiny plodin. Např. jarní sucho na Vysočině zkomplikovalo vysetí máku. Na řepku letošní extrémní sucho působilo nepříznivě v období kvetení a tvorby semen, kdy dochází k zasychání šesulí, semena se scvrkávají a jsou drobná. Nedostatek srážek již od počátku roku, spíše teplá zima bez sněhové pokrývky, nezvykle vysoké teploty v dubnu, kdy duben 2018 je jedním ze tří nejteplejších za posledních 50 let, a k tomu nedostatek vláhy z loňského roku jsou důvody současného sucha. Navíc k prohloubení vláhového deficitu přispívá i absence počasí typického pro jarní období a rychlý nástup vegetace. Nejvýraznější vláhový deficit byl v květnu 2018 v případě krajů Moravskoslezského, Olomouckého a Jihomoravského a také ve středních a východních Čechách (<http://www.intersucho.cz>). Na 1/5 území přesahuje deficit 40 mm a na zlomku plochy (cca 3%) pak 60 mm. Na konci května se jádro nedostatku vláhy přesunulo do východních Čech. Současně přetrvávají nesezónně nízké průtoky v řadě profilů řek a na většině území je hladina mělkých podzemních vod pod obvyklými hodnotami a to místy i extrémně. S ohledem na nemožnost regulace srážkových úhrnů musí být zájem společnosti soustředěn na včasnou předpověď sucha a efektivní varování před suchem (Potopová et al., 2017a). Dopady sucha na zemědělství nebude možné řešit bez intervenční podpory státu, účelné dotační politiky a využívání zemědělského pojištění se zaměřením na sucho. Míra dopadů také závisí na způsobu vnímání rizika sucha zemědělci, která společně s tržními, finančními a technickými možnostmi farmáře velmi významně ovlivňuje volbu adaptačních opatření. Množství vody nezbytné k pokrytí závlahových potřeb v očekávaných klimatických podmínkách významně poroste a výstavba vodních nádrží a rekonstrukce závlahových systémů bude nutností. V roce 2016 byla zpracována revize závlahových soustav na celém území ČR a pod závlahou je cca 160 tis. ha (tj. 3,7 % zemědělské půdy), z toho v Čechách 88 tis. ha v oblastech: Mělnická, Litoměřická a Žatecká. Na Moravě 72 tis. ha v oblastech Znojemská, Břeclavská, Brněnská a Hodonínská. Zatímco v roce 1989 zemědělské podniky využívaly závlahové systémy na 75–80 % zavlažovatelné plochy, v roce 1994 to bylo na 35–40 % a v roce 1998 toto využití kleslo na 12–15 %. V současné době je plošné využití závlah na 25–30 % zavlažovatelné plochy (Trnka et al., 2017).

Na rozdíl od nedostatku vláhy není zvýšení počtu extrémně teplých dní řešitelné u polních kultur technickými opatřeními. Velká četnost horkých vln v ČR se vyskytuje v posledních dvou týdnech v červenci (38,3 %) a v prvních dvou týdnech v srpnu (21,5 %). Nejvíce postiženými oblastmi s extrémně vysokými teplotami jsou tradičně střední Čechy a jižní Morava (Potopová et al., 2017a). Od 90. let dochází k plošnému rozšiřování výskytu tohoto jevu do ostatních oblastí ČR s výrazným nárůstem v západní oblasti Čech. Změny v plošném rozložení extrémních teplot a dalších jevů povedou k nutnosti změny sortimentu pěstovaných odrůd řepky. Tato práce je tak nutnou součástí testování rychle se vyvíjejících moderních odrůd adaptujících se na probíhající změny nejen klimatických podmínek, ale i na změny v požadavcích trhu.

Materiál a metody

Byl testován soubor 108 ozimých odrůd řepky olejky na dvou lokalitách s dlouhodobým zakládáním odrůdových pokusů Jaroměřice nad Rokytnou a Hradec nad Svitavou (Obr. 1).

Artis, 10	Lirajet, 7	Opera, 7	Catonic, 7	Sitro, 7	Arot, 7	Roban, 6	Chajntl, 6	DK Exsform, 6	Rumba, 6	NK Speed, 6		
Navajo, 10	Baldur, 7	Betty, 7	Cando, 6	Artoga, 6	SW 05025 A, 6	DK Explicit, 6	Bonanza, 6	DK Exsistence, 6	Sidney, 6	DK Sensei, 6		
DK Exquisite, 9	Odla, 7	Jesper, 7	Sherlock, 6	Laser, 5	Mirage, 5	Ladoga, 5	Californium, 5	Goya, 5	SY Cassidy, 5	Xenon, 5	Primus, 5	
NK Morse, 9	Rescator, 7	Magnum, 7	DK Secure, 6	Aviso, 5	NK Grandia, 5	Idol, 5	Honk, 5	Factor KWS, 5	Astronom, 5	DK Impression CL, 5	Diego, 5	
Inspiration, 8	Capitol, 7	Rasmus, 7	Slapská Stela, 6	Extra, 5	Sherpa, 5	Arabella, 5	Pilot, 4	Jumper, 4	Harry, 4	DK Excellium, 4	Kapitan, 4	Ontario, 4
Orkan, 8	Zorro, 7	Mohican, 7	Apex, 6	Viking, 5	Bristol, 5	Cortes, 4	Hornet, 4	Siska, 4	SY Alissa, 4	Spirit, 4	Driolus, 4	Bonzai, 4
PR46W26, 8	Labrador, 7	Slaki CS, 7	Vectra, 6	Lisek, 5	Valesca, 5	Omaha, 4	Oilpop, 4	NK Octans, 4	Alvaro KWS, 4	DK Exception, 4	Silver, 4	Orex, 4
	Manitoba, 5	Synergy, 5	PT205, 4	Rufus, 5	Ramiro, 4	NK Diamond, 4	Lohana, 4	Horcal, 4	Allison, 4	Marc KWS, 3	Acapulco, 3	Ator, 3
	Pronto, 7	Marathon, 7	Baros, 6			Buzz, 4	SY Seveo, 4	DK Expresslon, 4	Ermilino, 4	DK E... 3	Kug, 3	Vaplano, 3
												Zaka...

Obr. 1: Seznam odrůd a doba jejich testování. (Čím větší buňka, tím více let byla odrůda testována).

Jaroměřice nad Rokytnou leží na úpatí Českomoravské vrchoviny v nadmořské výšce 425 m, s průměrnou roční teplotou vzduchu 8,0 °C a ročním úhrnem srážek 481 mm. Hradec nad Svitavou se nachází v Pardubickém kraji okres Svitavy v nadmořské výšce 445 m,

s průměrnou roční teplotou vzduchu 7,4 °C a ročním úhrnem srážek 616 mm. Odrůdové pokusy byly zakládány v letech 1996 – 2017. Z důvodu špatného stavu porostů, kdy nebylo možné hodnotit sledované parametry, byly z pokusu vyřazeny ročníky 2003 na obou lokalitách, 2006 na lokalitě Hradec nad Svitavou a 2017 na lokalitě Jaroměřice nad Rokytnou.

Tab. 1: Klasifikace výnosových parametrů

Parametr	Hodnocení	Rozsah	Četnost, % Hradec nad Svitavou	Četnost, % Jaroměřice nad Rokytnou
začátek kvetení (den v roce)	časné	≤ 112	7,5	8,1
	středně časné	113 - 129	86,0	88,1
	pozdní	≥ 130	6,5	3,8
termín zralosti (den v roce)	časná	≤ 198	14,3	28,6
	středně časná	199 - 213	71,4	67,3
	pozdní	≥ 214	14,3	4,1
polehání	odolná	9 - 8	70,7	56,6
	středně odolná	7 - 6	22,1	21,4
	méně odolná	5 - 4	7,2	11,1
	náchylná	3 - 1	0,0	10,9
přezimování (%)	výborné	90 - 100	91,5	93,7
	dobré	61 - 89	5,1	6,3
	špatné	0 - 60	3,4	0,0
délka rostlin (cm)	nízká	≤ 137	5,8	17,9
	nízká až středně vysoká	138 - 153	25,6	31,6
	středně vysoká	154 - 169	37,0	30,9
	středně vysoká až vysoká	170 - 185	24,9	16,6
	vysoká	≥ 186	6,7	3,0
výnos (t/ha)	nízký	≤ 5,2	19,2	46,9
	střední	5,3 - 7,0	66,0	51,8
	vysoký	≥ 7,1	14,8	1,3
HTS (g)	nízká	≤ 4,4	39,9	24,5
	střední	4,5 – 5,6	51,2	62,0
	vysoká	≥ 5,7	8,9	13,5
obsah oleje (%)	nízký	≤ 45,6	16,4	20,8
	střední	45,7 - 49,4	46,9	61,5
	vysoký	≥ 49,5	36,7	17,7
výnos oleje (t/ha)	nízký	≤ 2,3	7,5	8,1
	střední	2,4 - 3,2	86,5	88,1
	vysoký	≥ 3,3	6,0	3,8

U rostlin byly testovány výnosové, fenologické a kvalitativní parametry (začátek kvetení, termín zralosti, poléhavost, délka rostlin, přezimování, HTS, výnos a obsah oleje) ve vztahu k meteorologickým faktorům (úhrn srážek, počet dnů se srážkovým úhrnem ≤ 5 mm, teplotní extrémy, počet mrazových dnů). Pro hodnoty výnosových, fenologických a kvalitativních parametrů byl vytvořen model hodnocení výkonnosti odrůd ve vztahu k meteorologickým

faktorům, klasifikace výnosových parametrů a byla stanovena váha vlivu jednotlivých faktorů na výnosnost odrůd (Tab. 1).

Výsledky

Hodnocení výkonnosti odrůd

Přezimování řepky olejky je závislé na mnoha faktorech, přičemž velkou část z nich můžeme zařadit mezi meteorologické. Z pokusných ročníků byl pro přezimování sledovaných odrůd řepky nejméně vhodný rok 1996, kdy na lokalitě Hradec nad Svitavou bylo hodnoceno špatné přezimování u 78,9 % odrůd a u 21,1 % bylo hodnoceno jako dobré (Tab. 2-3). Na lokalitě Jaroměřice nad Rokytnou 100 % odrůd přezimovalo dobře. Výborné přezimování v tomto ročníku neměla žádná z hodnocených odrůd. Dalšími ročníky s vyšším podílem špatného či dobrého přezimování byly na lokalitě Hradec n/S roky 1997, 2011 a 2012. Na lokalitě Jaroměřice n/R pak roky 2011 a 2012. V ostatních letech zařazených do výzkumu bylo přezimování na obou lokalitách výborné. Při hodnocení odrůd nejhůře přezimovala na lokalitě Jaroměřice n/R odrůda Buzz a na lokalitě Hradec n/S odrůdy Honk, Synergy a Idol (Obr. 2-3). Baranyk a kol. (2007) uvádí sezóny 1978/79, 1995/96 a 2002/03 jako velmi nepříznivé pro přezimování řepky, kdy bylo zaoráno 20 – 30 % porostů v rámci ČR s výraznou regionální variabilitou. Dle Baranyka a kol. (2010) je načasování fáze kvetení řepky a průběh počasí v tomto období jedním z důležitých výnosotvorných faktorů. Vysokého výnosu bývá dosaženo při dlouhém období kvetení a pomalém dozrávání. Převážná většina pokusných rostlin začala nakvétat středně časně, tedy 113. až 129. den, počítáno od začátku roku. Časného nakvétání bylo dosaženo převážně na lokalitě Jaroměřice n/R, a to v letech 1998, 2007 a v roce 2014 na obou lokalitách. Časné nakvétání není vždy spojeno s časným termínem zralosti. V případě nepříznivého průběhu počasí (sucho, vysoké teploty) rostliny řepky urychlují dozrávání, což má dle Baranyka a kol. (2010) negativní dopad na výnos. Převážně časný termín zralosti řepky byl sledován na lokalitě Jaroměřice n/R, a to v 7 případech z 20 pokusných ročníků a na lokalitě Hradec n/S pouze ve 4 případech z 19 ročníků. Pozdní nástup zralosti byl u obou lokalit vyrovnaný a s výjimkou roku 1996 neměl souvislost s pozdním počátkem kvetení. Středně časný nástup kvetení i zralosti byl velice stabilní, s nulovou ročníkovou variabilitou, u moderních hybridních odrůd Kuga, Atora, Ermino, Marc, Acapulco, Exmore a liniových odrůd Vapiano a Zakari na obou lokalitách. Menší odolnost k polehání rostlin řepky byla prokázána převážně na lokalitě Jaroměřice nad Rokytnou a to v letech 1996, 1999, 2001, 2002, 2005 a 2008, kdy v letech 1999, 2002 a 2008 toto bylo spojeno s vysokou délkou rostlin. V Hradci nad Svitavou byly rostliny řepky méně odolné k polehání v letech 1999, 2008 a 2014 a souvislost s vysokou délkou porostu byla

prokázána v roce 1999 a 2014. Při odrůdovém hodnocení byly náchylné k polehání rostliny řepky pouze na lokalitě Jaroměřice n/R, a to odrůdy Opera, Mohican, Pilot a Lisek. Parametr délka rostlin, hodnocený ve škále nízká, nízká až středně vysoká, středně vysoká, středně vysoká až vysoká, vysoká, měl na obou lokalitách největší odrůdovou i meziroční variabilitu. Většina sledovaných rostlin byla ve výškové kategorii od 154 cm do 169 cm. Na lokalitě Jaroměřice nad Rokytinou dorůstaly rostliny nižší výšky.

Výnos u rostlin řepky zařazených do sledování se pohyboval v intervalu 2,2 – 7,5 t/ha na lokalitě Jaroměřice n/R a 3,4 – 8,8 t/ha na lokalitě Hradec n/S. Ročníky s nízkým výnosem byly na lokalitě Hradec n/S 1996, 2010, 2012 a na lokalitě Jaroměřice n/R 1996, 2002, 2010, 2011, 2012 a 2016. V rámci ČR byl průměrný hektarový výnos řepky olejky v intervalu let 1996 – 2016 nejnižší v následném pořadí 2003, 2002, 1996, 1997, 1998, 2000, 1999, 2012, 2011, 2010, atd. Nejvyšší výnos řepky v průměru za ČR byl v letech 2014 a 2004, což odpovídá i výsledkům na pokusné lokalitě Hradec nad Svitavou.

Hmotnost tisíce semen (HTS) patří mezi hlavní výnosotvorné prvky. Jak uvádí Baranyk a kol. (2007) je úroveň výnosotvorných prvků podmíněná genotypem odrůdy často překryta vlivem ročníku a agrotechnikou. Ideotypem je porost s vysokým množstvím semen v šešuli a vysokou HTS. V obecném pohledu je za vysokou HTS považována hodnota > 5 g. Při analýze parametrů v této práci je za vysokou HTS považována hodnota $\geq 5,7$ g. Naopak nízká HTS je stanovena na hodnoty $\leq 4,4$ g. Nízkých hodnot HTS bylo dosahováno častěji na lokalitě Hradec nad Svitavou s nejnižšími hodnotami v letech 1996 a 2016, kdy 100 % sledovaných odrůd spadalo do kategorie nízká HTS. Na lokalitě Jaroměřice nad Rokytinou bylo 89,5 % sledovaných odrůd v kategorii nízká HTS v roce 2016 a 60,7 % v roce 2005. Vysokých hodnot HTS bylo na obou pokusných lokalitách dosaženo v roce 2012, 97,4 % odrůd na lokalitě Jaroměřice n/R a 51,3 % v Hradci n/S. V obou případech byl u 100 % sledovaných rostlin nízký výnos. Průběh počasí ve vegetačním období řepky 2011/2012 byl pro růst a vývoj rostlin nepříznivý hned v počátcích, kdy na většině území ČR byly vysoké teploty doprovázené výrazným vláhovým deficitem. Obdobně nepříznivé vláhové podmínky pokračovaly i v následných vývojových fázích řepky, kdy epizody se srážkově podprůměrnými úhrny skončily až v květnu 2012. Dalším negativním faktorem byly podprůměrné teploty v měsíci únoru s odchylkou teploty vzduchu od normálu $-4,1$ °C v Čechách a $-4,7$ °C na Moravě. Tyto podmínky vedly i k horšímu přezimování porostů. Faktorem zajišťujícím rentabilitu produkce je kromě výnosu semen i kvalitativní parametr obsah oleje v semeni. Nejvyšší podíl odrůd s vysokým obsahem oleje na lokalitě Hradec nad Svitavou měly roky 2017, 2015 a 2004. Na lokalitě Jaroměřice nad Rokytinou pak roky 2016, 2015 a 2005. Naopak nízký obsah oleje měla většina odrůd v letech 1996 a 1997 v Hradci n/S

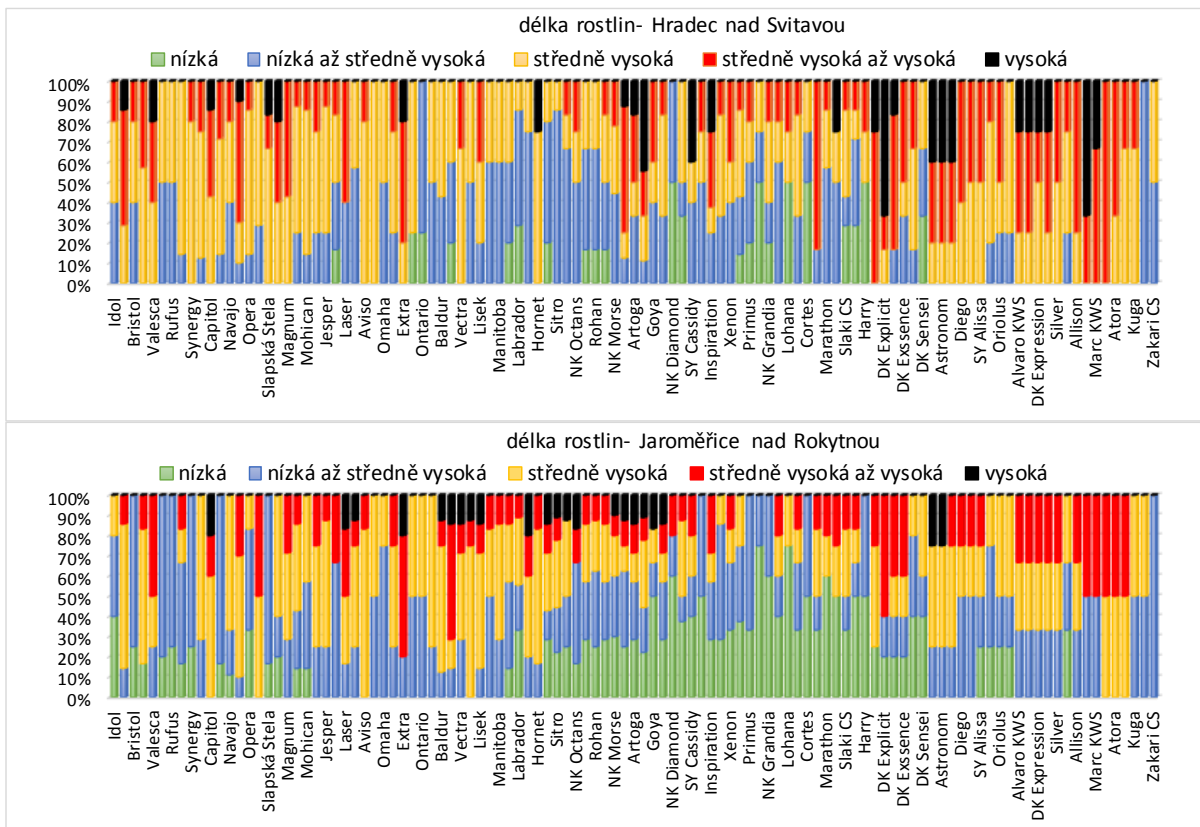
a 2012 a 2013 v Jaroměřicích n/R. Při odrůdovém hodnocení měly na obou lokalitách stabilně vysoký obsah oleje moderní hybridní odrůdy, mezi něž patří, Marc, Acapulco, Atora, Kuga a z liniových odrůd Zakari. Na chladnější a srážkově bohatší lokalitě Hradec nad Svitavou dosahovalo více odrůd vysokého obsahu oleje.

Tab. 2. Podíl jednotlivých odrůd v kategoriích klasifikace výnosových parametrů v % (Hradec nad Svitavou)

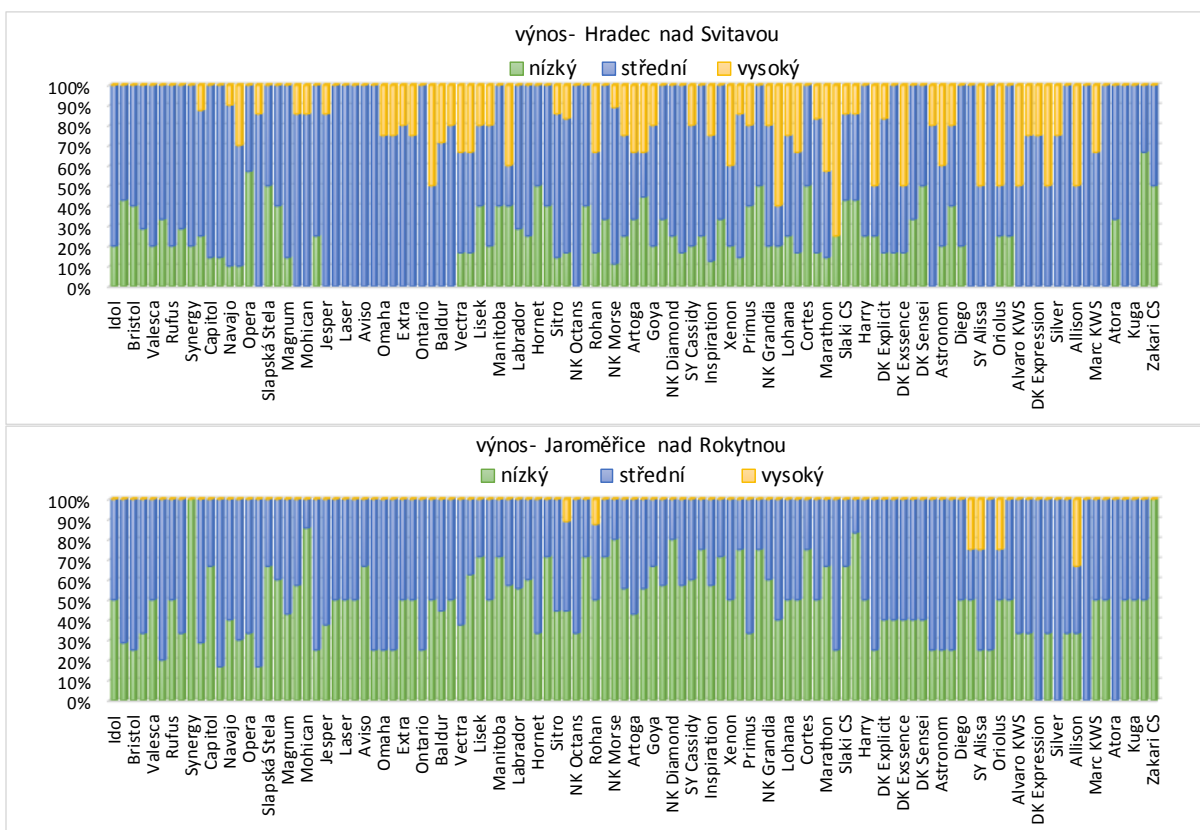
Parametr	hodnocení	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
začátek kvetení	časné	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86,4	0,0	0,0	0,0
	středně časné	0,0	11,1	100,0	62,5	100,0	93,3	100,0	100,0	92,9	100,0	96,2	100,0	100,0	100,0	93,3	13,6	100,0	100,0	100,0
	pozdní	100,0	88,9	0,0	33,3	0,0	6,7	0,0	0,0	7,1	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
zralost (termín)	časná	0,0	0,0	15,0	0,0	100,0	100,0	0,0	35,7	100,0	100,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	středně časná	0,0	55,6	85,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	92,3	100,0	100,0	97,4	4,4	100,0	100,0	100,0	100,0
	pozdní	100,0	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	95,6	0,0	0,0	0,0	0,0
polehání	odolná	94,7	94,4	85,0	4,2	35,7	93,3	93,8	60,7	64,3	0,0	3,8	48,6	100		17,8	47,7	92,5	94,7	96,7
	středně odolná	5,3	5,6	15,0	62,5	64,3	6,7	6,3	39,3	32,1	0,0	30,8	51,4	0,0		62,2	31,8	7,5	2,6	3,3
	méně odolná	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	65,4	0,0	0,0		17,8	20,5	0,0	2,6	0,0
	náchylná	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	výborné	0,0	5,6	100,0	100,0	92,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	80,0	56,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
přezimování	dobré	21,1	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	43,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	špatné	78,9	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	nizká	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	12,5	0,0	0,0	34,3	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
délka rostlin	nizká až středně vysoká	47,4	16,7	20,0	0,0	0,0	16,7	25,0	17,9	53,6	70,8	15,4	40,0	62,9	61,5	0,0	0,0	20,0	7,9	23,3
	středně vysoká	10,5	55,6	70,0	8,3	57,1	60,0	56,3	71,4	25,0	16,7	53,8	57,1	2,9	10,3	42,2	11,4	37,5	26,3	53,3
	středně vysoká až vysoká	42,1	27,8	10,0	70,8	39,3	20,0	15,6	10,7	3,6	0,0	26,9	0,0	0,0	0,0	51,1	52,3	37,5	44,7	20,0
	vysoká	0,0	0,0	0,0	20,8	3,6	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	6,7	34,1	5,0	18,4	0,0
	nizký	84,2	0,0	0,0	20,8	0,0	16,7	18,8	0,0	0,0	8,3	30,8	45,7	0,0	97,4	0,0	5,0	5,0	21,1	30,0
výnos	střední	15,8	94,4	100,0	79,2	92,9	83,3	81,3	35,7	82,1	91,7	53,8	51,4	77,1	0,0	42,2	50,0	80,0	50,0	60,0
	vysoký	0,0	5,6	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	64,3	17,9	0,0	15,4	0,0	17,1	0,0	48,9	50,0	15,0	0,0	0,0
	nizká	100,0	77,8	90,0	95,8	71,4	60,0	25,0	0,0	64,3	95,8	11,5	31,4	22,9	2,6	4,4	34,1	7,5	100,0	26,7
HTS	střední	0,0	22,2	10,0	4,2	21,4	40,0	71,9	89,3	32,1	4,2	88,5	68,6	77,1	46,2	95,6	65,9	80,0	0,0	66,7
	vysoká	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,3	0,0	0,0	12,5	0,0	3,3
	nizký	78,9	72,2	25,0	37,5	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	22,9	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
obsah oleje	střední	5,3	27,8	75,0	58,3	89,3	70,0	78,1	14,3	96,4	91,7	46,2	71,4	60,0	84,6	66,7	50,0	15,0	28,9	6,7
	vysoký	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,7	21,9	85,7	3,6	8,3	46,2	2,9	0,0	15,4	26,7	45,5	85,0	71,1	93,3

Tab. 3. Podíl jednotlivých odrůd v kategoriích klasifikace výnosových parametrů v % (Jaroměřice nad Rokytnou)

Parametr	hodnocení	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
začátek kvetení	časné	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6	0,0	0,0
	středně časné	0,0	66,7	0,0	100,0	100,0	93,3	100,0	100,0	100,0	50,0	62,5	92,3	88,9	100,0	100,0	100,0	100,0	61,4	100,0	100,0
	pozdní	100,0	27,8	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
zralost (termín)	časná	0,0	0,0	35,0	29,2	100,0	0,0	15,6	28,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	35,9	0,0	81,8	27,5	0,0
	středně časná	0,0	0,0	0,0	70,8	0,0	100,0	84,4	71,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	94,3	64,1	100,0	18,2	72,5	100,0
	pozdní	100,0	100,0	65,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
polehání	odolná	0,0	38,9	40,0	0,0	39,3	3,3	0,0	0,0	7,1	62,5	100,0	65,4	100,0	94,3	100,0	0,0	64,4	75,0	0,0	100,0
	středně odolná	40,0	55,6	60,0	20,8	57,1	86,7	12,5	0,0	50,0	37,5	0,0	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	35,6	22,7	0,0	0,0
	méně odolná	60,0	5,6	0,0	70,8	3,6	6,7	78,1	0,0	42,9	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0
	náchylná	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	3,3	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	výborné	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,1	42,9	61,5	100,0	100,0	100,0	100,0
přezimování	dobré	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,1	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	špatné	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	nizká	20,0	0,0	70,0	8,3	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,8
délka rostlin	nizká až středně vysoká	40,0	33,3	30,0	0,0	28,6	43,3	0,0	32,1	50,0	0,0	25,0	0,0	88,9	68,6	0,0	0,0	95,6	0,0	30,0	60,5
	středně vysoká	40,0	61,1	0,0	70,8	67,9	50,0	37,5	60,7	50,0	58,3	70,8	0,0	11,1	2,9	0,0	0,0	0,0	25,0	47,5	0,0
	středně vysoká až vysoká	0,0	5,6	0,0	20,8	3,6	0,0	50,0	7,1	0,0	41,7	4,2	69,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	70,5	20,0	0,0
	vysoká	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0
	nizký	100,0	33,3	30,0	0,0	57,1	0,0	93,8	10,7	39,3	4,2	66,7	50,0	55,6	88,6	94,3	100,0	0,0	6,8	40,0	81,6
výnos	střední	0,0	66,7	70,0	100,0	42,9	100,0	6,3	89,3	60,7	91,7	29,2	50,0	44,4	11,4	5,7	0,0	91,1	93,2	57,5	18,4
	vysoký	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	2,5	0,0
	nizká	40,0	44,4	0,0	37,5	0,0	6,7	18,8	0,0	60,7	29,2	29,2	38,5	0,0	2,9	17,1	0,0	8,9	11,4	15,0	89,5
HTS	střední	60,0	55,6	100,0	62,5	67,9	93,3	78,1	46,4	39,3	70,8	66,7	57,7	66,7	97,1	82,9	2,6	84,4	84,1	82,5	10,5
	vysoká	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1	0,0	3,1	53,6	0,0	0,0	4,2	3,8	33,3	0,0	0,0	97,4	6,7	4,5	0,0	0,0
	nizký	0,0	5,6	0,0	0,0	14,3	3,3	12,5	0,0	0,0	25,0	0,0	3,8	7,4	0,0	0,0	92,3	88,9	6,8	7,5	0,0
obsah oleje	střední	100,0	94,4	100,0	100,0	85,7	76,7	87,5	82,1	50,0	70,8	62,5	76,9	88,9	68,6	100,0	5,1	0,0	88,6	40,0	42,1
	vysoký	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	17,9	50,0	0,0	37,5	15,4	0,0	28,6	0,0	0,0	4,4	0,0	52,5	57,9



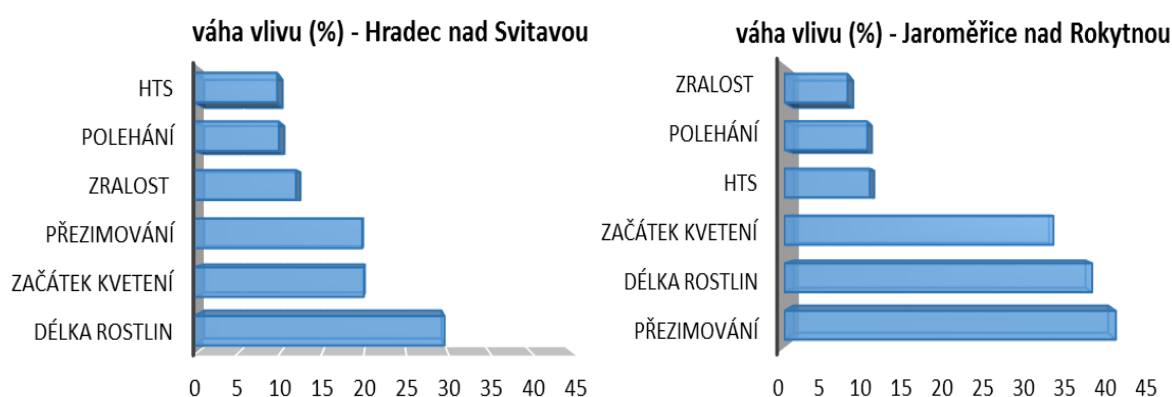
Obr. 2: Podíl hodnocených odrůd ve výškové klasifikaci porostu v %



Obr. 3: Výkonnost sledovaných odrůd dle kategorizace parametru výnos v %

Míra vlivu klíčových meteorologických faktorů na výnos souboru odrůd řepky olejky

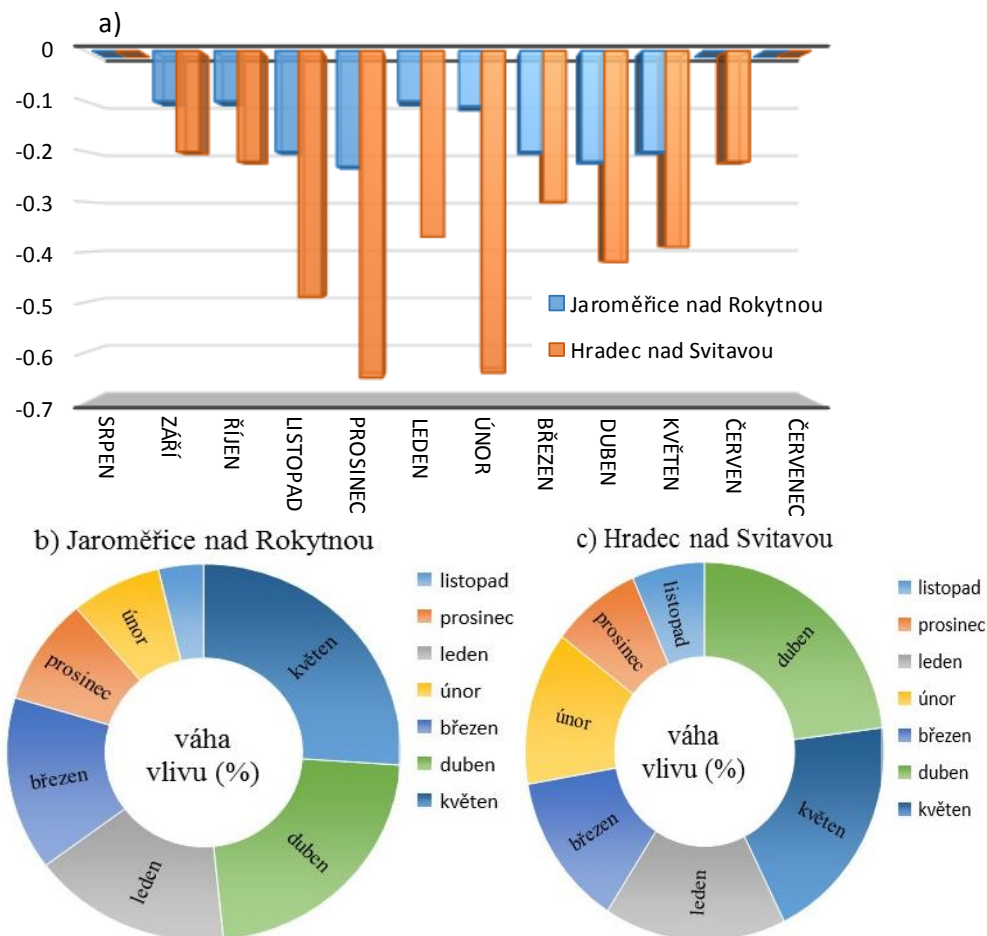
Sucho a vlhko, tedy střídání meteorologických rizikových jevů, bylo v posledních pěti letech v období zrání řepky v roce 2013, kde Česko zažilo největší krátkodobý srážkový deficit za poslední 60 let. Časný nástup jara v tomto roce byl vystřídán výrazným ochlazením v období od 11.3. do 7.4., což zpozdilo jarní vegetaci řepky. V roce 2014 v době kvetení a dozrávání byl vyrovnán jarní srážkový deficit, doba kvetení se tak výrazně prodloužila a byly tak dosaženy rekordní výnosy. V průměru za ČR byl výnos řepky 3,95 t/ha. V Pardubickém kraji, kam spadá pokusná lokalita Hradec n/S, byl výnos řepky 3,96 t/ha a v kraji Vysočina, kam patří pokusná lokalita Jaroměřice n/R, byl výnos 3,89 t/ha. Nejvyšší průměrný výnos byl dosažen v jedné z nejteplejších oblastí, kraji Olomouckém 4,04 t/ha. Vegetační období 2014/2015 bylo typické suchem v období setí řepky, rekordně teplou zimou a nejteplejším červencem v historii ČR. Výnosové parametry byly u pokusných odrůd řepky v tomto roce průměrné, výjimkou však byl vysoký obsah oleje u většiny testovaných odrůd. Rok 2016 byl z agrometeorologického hlediska nepříznivý s velmi teplou zimou, kdy u rostlin řepky téměř nebyla přerušena vegetace zimním obdobím, avšak výnos v rámci ČR byl vysoký a v jednotlivých krajích vyrovnaný. Srážkově podnormální prosinec 2016 následovaný teplotně podnormálním lednem 2017 oslabil porosty řepky, tyto dále utrpěly vysokými denními teplotními amplitudami v polovině února, což mělo za následek rozmrzání a zamrzání půdy a trhání kořenů. Z obr. 4 je patrná váha vlivu jednotlivých výnosových prvků na výnos řepky. Na teplejší a sušší lokalitě Jaroměřice n/R je výrazně vyšší váha vlivu u fenologických parametrů, kterými jsou přezimování, délka rostlin a začátek kvetení oproti druhé pokusné lokalitě.



Obr. 4: Hodnocení váhy vlivu (%) jednotlivých výnosových parametrů (začátek kvetení, termín zralosti, poléhavost, délka rostlin, přezimování a HTS) na výnos sledovaného souboru odrůd řepky.

Těsnost vztahu mezi výnosem a počtem dnů s přízemním mrazem je graficky vyjádřen v obr. 5a). Z analýzy vyplývá výrazný rozdíl mezi pokusnými lokalitami. V chladnější lokalitě

Hradec nad Svitavou, s vyšším počtem dnů s přízemním mrazem, je negativní působení největší v zimních a jarních měsících, kdežto u teplejší lokality Jaroměřice nad Rokytnou je síla vztahu v zimních měsících lednu a únoru nejslabší.



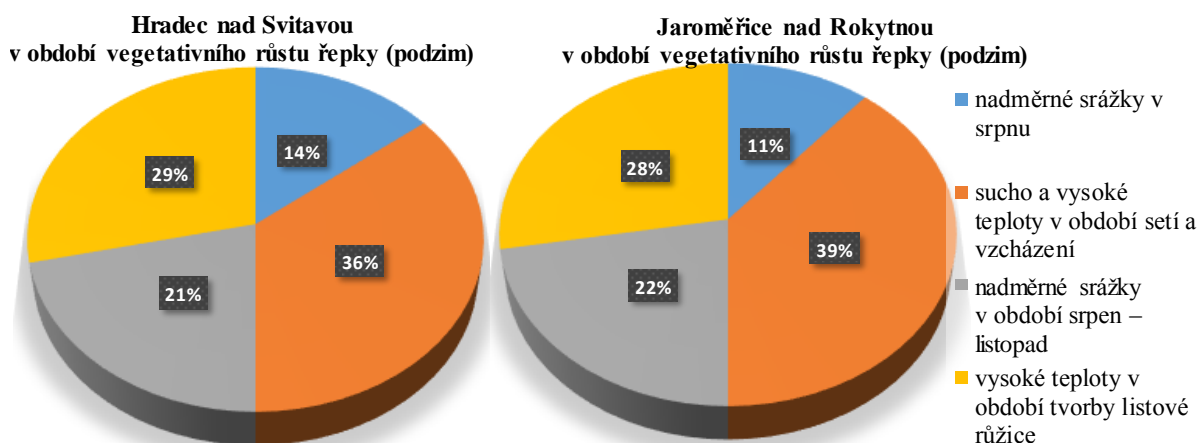
Obr. 5: Hodnocení vztahu mezi výnosem řepky (t/ha) a počtem dnů s přízemním mrazem pomocí: a) Spearmanova korelačního koeficientu; b, c) podílu vlivu počtu dnů s přízemním mrazem v jednotlivých měsících na snížení výnosu vyjádřeným koeficientem determinace (%).

Významný podíl vlivu počtu dnů s přízemním mrazem na snížení výnosu mají jarní měsíce květen a duben, a to na obou lokalitách. Z toho vyplývá, že parametr přezimování není vhodný pro odhad a hodnocení budoucího výnosu (obr. 5b,c).

Rozdělení významných rizikových meteorologických prvků působících negativně v jednotlivých vývojových fázích řepky je vyjádřeno v obr. 6 nahoře. Z analýzy průběhu počasí ve vegetativním období řepky (podzim) je patrná malá prostorová variabilita rizikových meteorologických prvků. Největší míru vlivu v tomto období má sucho a vysoké teploty v době setí a vzcházení řepky, následně pak vysoké teploty v období tvorby listové růžice a nadměrné srážky v celém tomto období (obr. 6 dole).

Diskuze

V práci Potopová (2017b) byla vybrána ozimá řepka jako modelová plodina, neboť je citlivá jak na holomrazy a srážkový deficit v chladném období roku, tak i na sucha ve vegetačním období. Z výsledků studie vyplývá, že labilita výnosů v závislosti na odchylce teploty vzduchu v zimním období vykazuje stejné tendence v rámci Středočeského kraje jako v souhrnu za celou ČR. Nejvýraznější ztráta výnosu řepky nastala v obou případech v letech 2003. Tento ročník byl z důvodů špatného stavu pokusných porostů vyřazen z analýzy.



Obr. 6: Míra vlivu klíčových meteorologických faktorů na výnos souboru odrůd řepky olejky.

Další výnosově slabé ročníky ve Středočeském kraji byly roky 1982, 1979 a 2011. Kdy ročník 2011 se projevil i snížením výnosu na teplejší a sušší pokusné lokalitě Jaroměřice nad Rokytnou. Nejteplejším zimním obdobím byla v obou případech zima 2007 (2006/2007), kdy odchylka teploty vzduchu v rámci Středočeského kraje i ČR přesáhla hodnotu +4,0 °C. Tento ročník byl však výnosově normální, a to i na pokusných lokalitách, kde většina odrůd dosáhla středního až nízkého výnosu. Velice nebezpečným faktorem pro přezimování řepky je ledový

škráloup na sněhu, pod kterým řepka vydrží přibližně dva týdny. Naopak nepoškozená a postupně tající sněhová pokrývka je významným zdrojem vláhy pro start vegetace v jarním období. Zima s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou a silnými mrazy byla v roce 1996, a je hodnocena jako pátá nejchladnější za období 1961 - 2017. I přes pozitivní vliv izolačních vlastností sněhové pokrývky došlo ke snížení výnosů, a to i na pokusných lokalitách v důsledku dlouhotrvajícího pokrytí porostů. Jak uvádí Prášil a Prášilová (2002) byla zima 1979 (1978/1979) typická výraznými výkyvy teploty vzduchu z kladných do silně záporných hodnot nižších než -18,0 až -20,0 °C, a to často bez sněhové pokrývky. Podmínky s výrazným střídáním teplot nastaly i v pokusném roce 2017, kdy rozmrzáním a zamrzáním půdy došlo k poškození kořenů. Modely a scénáře budoucího klimatu předpokládají prodloužení délky vegetačního období, avšak vážnou hrozbou, která eliminuje pozitivní efekt dřívějšího nástupu vegetačního období, zůstává výskyt jarních mrazů. Počet dnů s minimální teplotou pod bodem mrazu na jaře bude ubývat i v budoucnosti, ale překvapivě riziko pozdních mrazů paradoxně stoupne (Zahradníček et al., 2017a-b). Riziko škod jarními mrazy se bude významně zvyšovat díky postupnému oteplování a zkracování zimní sezóny. Prodlužováním vegetační sezóny bude docházet k časnějšímu nástupu vegetace, než tomu bylo v minulosti. Na jedné straně toto umožní efektivní využití zimní vláhy a porosty budou mít šanci uniknout jarnímu suchu, na straně druhé budou porosty ve vegetaci vystaveny riziku jarních mrazíků.

Závěr

Hlavní výsledky lze shrnout následovně:

- (i) celkem bylo zkoušeno 108 hybridních a liniových odrůd řepky ozime; nadprůměrných výnosů dosahovaly odrůdy Allison (7,1 t/ha – Hradec n/S; 6,4 t/ha – Jaroměřice n/R), Kapitan a Olpop (6,9 t/ha – Hradec n/S), DK Expression (6,3 t/ha), Silver (6,2 t/ha),
- (ii) v komplexním pohledu, kombinujícím výnos semen a obsah oleje, nejlépe uspěla odrůda Allison,
- (iii) v průběhu testování převážná část sledovaných odrůd přezimovala výborně až dobře,
- (iv) nejvyšší variabilita byla u sledovaných parametrů délka rostlin, HTS, výnos a obsah oleje, naopak nejnižší variabilitu měl parametr přezimování,
- (v) v druhé polovině testovaného období převládaly odrůdy se středně časným nástupem kvetení a středně časnou zralostí.

Literatura

Baranylk, P., a kol. 2010. Olejniný. Praha, 216 s.

- Baranylk, P., a kol. 2007. Řepka. Pěstování, využití a ekonomika. Praha, 208 s.
- Prášil, I., Prášilová, P. 2002. Mrazuvzdornost a přezimování řepky. *Úroda*. 2002 (1): 34-35.
- Potopová, V., Zahradníček, P., Štěpánek, P., Türkott, L., Farda, A., Soukup, J. 2017a. The impacts of key adverse weather events on the field-grown vegetable yield variability in the Czech Republic from 1961 to 2014. *International Journal of Climatology*, 37 (3), 1648-1664.
- Potopová, V., Štěpánek, P., Zahradníček, P., Farda, A., Türkott, L., Hiřmanová, D. 2017b. Využití modelů Euro-CORDEX pro predikci sucha s ohledem na holomrazy a srážkový deficit v chladném období roku. In: Mrazy a jejich dopady, Hrubá Voda 26.-27.4.2017, 16 s. ISBN: 978-80-87577-69-1.
- Potop, V., Štěpánek, P., Možný, M., Türkott, L., Soukup, J. 2015. Performance of the standardized precipitation evapotranspiration index at various lags for agricultural drought risk assessment in the Czech Republic. *Agric. For. Meteorol*, 202, 26-38.
- Trnka, M., Hlavinka, P., Semerádová, D., Dumbrovský, M., Maradová, S., Pavlík, F., Vizina, A., Drbal, K., Tratinová, M., Novotný, I., Mistr, M., Vopravil, J., Růžek, P., Chuchma, F., Možný, M., Punčochář, P., Žalud, Z. 2017. Generel vodního hospodářství krajiny České republiky. Brno. 423 s.
- Zahradníček, P., Rožnovský, J., Brzezina, J., Štěpánek, P., Farda, A., Chuchma, F., Potopová, V. 2017a. Stanovení a změna tuhosti jednotlivých zim za období 1961-2015. In: Mrazy a jejich dopady. Hrubá Voda 26.-27.4.2017, 17 s. ISBN: 978-80-87577-69-1.
- Zahradníček, P., Rožnovský, J., Brzezina, J., Štěpánek, P., Farda, A., Chuchma, F., Potopová, V. 2017b. Mrazové indexy v chladném půlroce na území České republiky. In: Mrazy a jejich dopady, Hrubá Voda 26.-27.4.2017, 16 s. ISBN: 978-80-87577-69-1.

Poděkování

Autoři děkují mezinárodnímu projektu IMDROFLOOD (Improving Drought and Flood Early Warning, Forecasting and Mitigation using real-time hydroclimatic indicators).

Kontakt:

doc. Vera Potopová
Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, KAB
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6- Suchbátka
potop@af.czu.cz