

Srovnání výnosů ozimé pšenice s jarním ječmenem podle vybraných statistických veličin – rozptyl a směrodatná odchylka

(Comparison of winter wheat with spring barley according to statistical parameters – variance and standard deviation)

Váňová Marie, Jirsa Ondřej, Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž
Hledík Pavel, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6-Ruzyně
Stanice Ivanovice na Hané

Souhrn: Byla zpracována výnosová data, srážky a teploty z víceletých pokusů s ozimou pšenicí a jarním ječmenem na stejné lokalitě po různých předplodinách a způsobech zpracování půdy. Pro posouzení jejich odlišnosti jsme vybrali neutrální statistické veličiny, kterými jsou směrodatná odchylka (SDO) a hodnota rozptylu (R). Na první pohled je to složité řešení, ale nabízí možnost objektivního pohledu.

Sledované období lze charakterizovat jako teplotně nadnormální se srážkami velmi nevyrovnanými, které se od celkového průměru lišily u ozimé pšenice i u jarního ječmene více než dvojnásobně ($2,05 \times$ u ozimé pšenice a $2,14 \times$ u jarního ječmene).

Variabilita výnosu dle hodnot směrodatné odchylky byla u ozimé pšenice statisticky průkazně vyšší ve srovnání s průměrnými hodnotami směrodatné odchylky u jarního ječmene, což ukazuje na menší vliv ročníku na výnos zrna ve sledovaném období (při skutečnosti nižšího výnosu) u jarního ječmene ve srovnání s ozimou pšenicí.

Hodnoty SDO velmi napomohly dobře rozlišit míru variability mezi oběma plodinami v rámci osmi let (s rozdílným počasím) i mezi vlivem jednotlivých předplodin a také při různém způsobu zpracování půdy.

Jarní ječmen při tomto způsobu hodnocení prokázal schopnost menší náchylnosti k velkým výkyvům ve výnosu zrna při výnosu o 10 % nižším než ozimá pšenice, u které byly výkyvy mezi sledovanými roky i předplodinami vyšší. Výkonnost ozimé pšenice byla více ohrožena variabilitou počasí, než jarní ječmen.

Klíčová slova: ozimá pšenice, jarní ječmen, počasí, statistické veličiny, směrodatná odchylka, rozptyl

Abstract: Yield, precipitation and temperature data from multi-year trials with winter wheat and spring barley at the same location after different pre-crops and tillage methods were processed.

To assess their difference, we selected neutral statistical quantities, which are the standard deviation (SDO) and the variance value (R). At first glance, it is a difficult solution, but it offers the possibility of an objective view.

The monitored period can be characterized as above-normal in temperature with very uneven precipitation, which differed from the overall average for winter wheat and spring barley more than twice ($2.05 \times$ for winter wheat and $2.14 \times$ for spring barley).

The variability of the yield according to the values of the standard deviation was statistically significantly higher for winter wheat compared to the average values of the standard deviation for spring barley, which indicates a smaller influence of the year on the yield of grain in the monitored period (in fact a lower yield) for spring barley compared to winter wheat.

The SDO values were very helpful in distinguishing the degree of variability between the two crops within eight years (with different weather) and between the influence of individual pre-crops and also with different tillage methods.

In this evaluation method, spring barley demonstrated the ability to be less prone to large fluctuations in grain yield with a yield 10% lower than winter wheat. The performance of winter wheat was more threatened by weather variability than spring barley

Key Words: winter wheat, spring barley, weather, statistical quantities, standard deviation, variance

Úvod

Jarní ječmen, tradiční česká obilnina, zaznamenala v roce 2023 výrazný pokles plochy pěstování a také výnos i kvalita byly v průměru nižší ve srovnání s předcházejícími léty.

Oproti roku 1990 poklesla plocha pěstování v roce 2023 o 42,5 % a výnos byl jen 4,95 t/ha (Božko 2023).

Pokud porovnáme celkovou sklizeň z roku 1990 se skutečností posledních let, vidíme nezadržitelnou tendenci poklesu, kde je příčinou nejen snížení plochy pěstování, ale i pokles výnosu zrna. V letech 2014 a 2015 dosáhly výnosy jarního ječmene v ČR velmi dobrých hodnot (5,56 a 5,59 t/ha) a byl tak překonán výnos z roku 1990, kdy bylo dosaženo výnosu 5,44 t/ha. Ale v té době už poklesla plocha jeho pěstování o téměř 22 % (rok 1990 – 334,1 tis. ha, rok 2015 – 261,4 tis. ha).

Jak interpretovat tato tristní data? Vždyť jarní ječmen byl téměř vždy považován za plodinu, která byla stálíci osevních sledů, byl předmětem zájmu šlechtitelů, výzkumu i důležitou obchodní komoditou.

Zdá se, že některé plodiny, na něž klademe vysoké nároky ohledně výnosu i kvality, budou obtížně udržitelné v bývalém

rozsahu pěstování i proto, že klimatické změny jsou považovány za hůře předvídatelné a počasí je lokálně velmi vrtkavé. A tak se zdá, že jarní ječmen je méně perspektivní plodinou, i když je celosvětově významnou obilninou. Má však mnoho nepříliš zjevných předností, které jistě budou využity při tvorbě jeho budoucího biologického modelu (Dawson et al. 2015). V něm bude hodnocena nejen výška výnosu, ale i jeho stabilita a ekonomická nenáročnost v rámci technologie pěstování.

Porovnávat ozimou pšenice s jarním ječmenem je obtížné, ale lákavé, protože obě obilniny jsou hlavními plodinami našich osevních sledů. Ozimá pšenice zaujímá, co se týče pěstování,

přibližně 4 x větší plochu než jarní ječmen a její význam jako potraviny je mnohem širší. Jarní ječmen je ale také žádanou komoditou především pro sladařský průmysl a jeho následné zpracování je velmi sofistikované a také pěstování má mnoho náročných limitů (Váňová et al. 2023).

V období klimatických změn obě tyto základní obiloviny procházejí testem přizpůsobivosti jejich výnosových parametrů a také kvalitativních ukazatelů, které jsou předpokladem dobrého uplatnění v tržním hospodářství.

Podle čeho je srovnávat, když se zdá jejich odlišnost tak výrazná? Především v délce vegetační doby, produktivity rostlin a také celkové nákladovosti jejich pěstování.

Vybrali jsme si proto neutrální statistické veličiny, kterými jsou směrodatná odchylka a rozptyl. Na první pohled je to složité řešení, ale nabízí možnost objektivního pohledu. K tomu jsme využili víceletých pokusů s oběma plodinami na stejné lokalitě po různých předplodinách a způsobech zpracování půdy. Statistickému zkoumání jsme podrobili výnos zrna, velikost zrna danou HTZ a obsah dusíkatých látek. V uvedeném příspěvku je uvedeno hodnocení výnosu zrna.

Metodika pokusu

Lokalita: Ivanovice na Hané.

Pokusy byly založeny jako maloparcelkové o velikosti parcel **22,05 m²** ve čtyřech opakováních.

Variety pro ozimou pšenici:

předplodina: vojtěška (VOJ)	
kukuřice (KUK)	
hrách (HRA)	
způsob zpracování půdy: bez orby	(BO)
disk 10 cm	(D10)
orba 15 cm	(O15)
orba 22 cm	(O22)

Variety pokusu pro jarní ječmen:

předplodina: cukrová řepa po kukuřici (C/K)	
cukrová řepa po pšenici (C/P)	
cukrová řepa po ječmeni (C/J)	
způsob zpracování půdy: bez orby	(BO)
disk 10 cm	(D10)
orba 15 cm	(O15)
orba 22 cm	(O22)

Technologie pěstování (hnojení a ochrana) byla pro obě plodiny ve všech sledovaných letech stejná, v pojetí odlišnosti jejich plodinových receptur.

Použité statistické hodnoty

Pro hodnocení výnosu zrna jsme použili hodnocení dle rozptylu a směrodatné odchylky.

Rozptyl (R) ukazuje jak jsou jednotlivá data statistického souboru rozptýlena kolem průměrné hodnoty souboru. Je to míra variability. Čím je rozptyl větší, tím více se údaje odchylují od průměru

Směrodatná odchylka (SDO), Jedná se o odmocninu z rozptylu. Směrodatná odchylka vypovídá o tom, na kolik se od sebe navzájem typicky liší jednotlivé případy v souboru zkoumaných hodnot.

Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti.

Směrodatná odchylka výběru

$$s = \sqrt{[1/(N-1) \cdot \sum(x_i - \bar{x})^2]}$$

Rozptyl výběru s²

Pro rozložení hodnot srážek a teploty jsme použili znázornění dle kvartilů.

Ve statistice je kvartil typ kvantilu a jsou to tři body, které rozdělují seřazená data podle velikosti do čtyř stejných skupin (podle počtu čísel), z nichž každá představuje čtvrtinu vzorku dat. Existují tři kvartily: první kvartil (Q1), druhý kvartil (Q2), a třetí kvartil (Q3).

Co je to první kvartil

Když chceme, aby byla čtvrtina hodnot pod a tři čtvrtiny nad, hovoříme o prvním kvartilu, druhý kvartil je pak medián a třetí kvartil znamená tři čtvrtiny pod a čtvrtina nad. Kvartily jsou tři a rozdělují hodnoty na čtyři části.

Hodnota **Grubbsova testu** ukazuje maximální absolutní odchylku od výběrového průměru v jednotkách směrodatné odchylky.

P-hodnota je číslo mezi 0 a 1, přičemž menší hodnota znamená větší pravděpodobnost vyvrácení tzv. nulové hypotézy.

Nulovou **hypotézou** rozumíme tvrzení, podle kterého mezi dvěma měřenými jevy není žádný rozdíl ani vztah.

Interpretace statistických hodnot je důležitá, abychom správně chápali, co mohou tato data říkat.

Počasí

Byly zpracovány údaje z Meteorologické stanice Ivanovice na Hané. Vyhodnotili jsme **množství srážek** v jednotlivých letech v sumě pro jednotlivé měsíce, ve kterých probíhalo vegetační období. Pro ozimou pšenici v jednotlivých měsících od září až do července následujícího roku. Pro jarní ječmen od března do července. Získané hodnoty jsme statisticky zpracovali a jednotlivé hodnoty byly porovnávány s průměrem za celé období.

V obrázcích je znázorněno rozložení a četnost úhrnu srážek ve sledovaném období s vyznačením stejných skupin s použitím hodnot kvartilů.

Teplota

Pro vyjádření tepoty v daném regionu ve sledovaných měsících jsme použili hodnotu odchylky od dlouhodobého průměru (Lecianová 2023, Interní data ZVÚ Kroměříž vzdálenost od lokality Ivanovice na Hané 20 km).

Tato data jsou znázorněna rozložením a četností odchylek teploty od dlouhodobého průměru ve sledovaném období s vyznačením stejných skupin s použitím hodnot kvartilů.

Výsledky a diskuse

Počasí

Srážky

V období osmi sledovaných let bylo průměrné množství srážek ve vegetačním období **ozimé pšenice 461,1 mm** (tab. 1). V pěti letech (tab.2) byla hodnota množství srážek menší než je průměr (v rozpětí 6,7 až 144,2 mm). Ve třech letech bylo srážek více než je uvedený průměr (v rozmezí 69,7 až 189,1 mm). Minimální množství srážek 316,9 mm bylo ve vegetačním období 2016/2017. Maximální množství srážek 650,2 mm bylo ve vegetačním období 2019/2020. SDO byla 114,5, pro srážky ve vegetačním období v uvedených osmi letech.

Tab. 1: Data pro srážky získaná po statistickém zpracování

	OP	JJ
Platných N	8	8
Průměr	461,1	262,6
Int. spolehl. -95%	365,4	197,3
Int. spolehl. +95%	556,9	327,9
Grubbsův Test	1,7	1,6
p-hodnota	0,6	0,7
Medián	425,6	239,1
Minimální hodnota	316,9	179,8
Maximální hodnota	650,2	385,3
Dolní kvartil	381,5	213,4
Horní kvartil	553,9	315,3
Sm. odch.	114,5	78,1
Standardní chyba	40,5	27,6
Šikmost	0,6	1
Špičatost	-0,9	-0,4

Tab. 2: Suma srážek v mm pro jednotlivá léta od zasetí do sklizně ozimé pšenice

Září až červenec	Suma v mm	Odchylka
2015/16	389,2	-71,9
2016/17	316,9	-144,2
2017/18	373,8	-87,3
2018/19	576,9	115,8
2019/20	650,2	189,1
2020/21	530,8	69,7
2021/22	396,8	-64,3
2022/23	454,4	-6,7
Průměr	461,1	

V období osmi sledovaných let bylo průměrné množství srážek ve vegetačním období **jarního ječmene 262,6 mm** (tab.1). V šesti letech (tab.3) byla hodnota množství srážek menší než je průměr (v rozpětí 13,5 až 82,8 mm). Ve dvou letech bylo srážek více než je uvedený průměr (v rozmezí 118,9 až 122,7 mm). Minimální množství srážek 249,1 mm bylo ve vegetačním období roku 2022. Maximální množství srážek 385,3 mm bylo ve vegetačním období roku 2020. SDO byla 78,1 pro srážky ve vegetačním období v uvedených osmi letech.

Teplota

Teplotní odchylka od dlouhodobého průměru (tab. 4) byla ve všech sledovaných letech kladná (od 0,2 až po 1,9 °C).

Sledované období lze tedy charakterizovat jako teplotně nadnormální se srážkami velmi nevyrovnanými, které se od celkového průměru lišily u ozimé pšenice i u jarního ječmene

více než dvojnásobně (2,05 x u ozimé pšenice a u jarního ječmene 2,14 x).

Výnos zrna

Variabilita výnosu dle hodnot směrodatné odchylky byla u ozimé pšenice statisticky průkazně vyšší ve srovnání s průměrnými hodnotami směrodatné odchylky u jarního ječmene, což ukazuje na menší vliv ročníku na výnos zrna ve sledovaném období (při skutečnosti nižšího výnosu) u jarního ječmene ve srovnání s ozimou pšenicí.

Ozimá pšenice po předplodině vojtěšce měla nejvyšší průměrnou hodnotu SDO a vyšších hodnot bylo dosaženo při hlubším zpracování půdy O15 a O22 cm (tab. 5). Po předplodině kukuřici byla průměrná hodnota SDO nižší ve srovnání s hodnotami po vojtěšce, ale vyšších hodnot SDO bylo dosaženo při mělkém zpracování půdy (BO a D10 cm) ve srovnání s průměrem. Hrách byl předplodinou, kde byla hodnota SDO v průměru nejnižší a menší hodnoty než průměr bylo dosaženo při mělkém způsobu zpracování půdy (D10 cm).

Tab. 3: Suma srážek v mm pro jednotlivé roky od zasetí do sklizně jarního ječmene

Červenec	Suma v mm	Odchylka
2015/16	233,1	-29,5
2016/17	197,9	-64,7
2017/18	179,8	-82,8
2018/19	381,5	118,9
2019/20	385,3	122,7
2020/21	228,9	-33,7
2021/22	249,1	-13,5
2022/23	245,0	-17,6
Průměr	262,6	

Tab. 4: Teplota - odchylka od dlouhodobého průměru (Lecianová, 2023)

Rok	(°C)	Charakteritika roku	
2015	1,6	mimořádně teplý	suchý
2016	1,0	teplý	suchý
2017	0,9	teplý	suchý
2018	1,9	mimořádně teplý	suchý
2019	1,6	mimořádně teplý	vlhký
2020	1,1	teplý	vlhký
2021	0,2	normální	normální
2022	0,8	teplý	suchý
2023	1,2	teplý	vlhký
Medián	1,1		
Dolní kvartil	0,9		
Horní kvartil	1,6		

U jarního ječmene byly hodnoty SDO nejnižší ve variantě C/J, v obou dalších variantách zpracování půdy (C/K a C/P) byly hodnoty SDO vyšší (tab. 6). Nejnižší hodnota SDO byla ve variantě C/J při bezorebném zpracování půdy (BO).

Hodnoty SDO velmi napomohly dobře rozlišit míru variability mezi oběma plodinami v rámci osmi let (s rozdílným počasím) i mezi vlivem jednotlivých předplodin a také při různém způsobu zpracování půdy.

Tab. 5: Hodnocení výnosu ozimé pšenice: osmiletý průměr, směrodatná odchylka a rozptyl

	Průměr	Způsob zpracování půdy			
		BO	D10	O15	O22
VOJ					
Průměr t/ha	7,42	7,45	7,48	7,47	7,27
Sm. odchylka	2,82	2,77	2,68	2,89	2,97
Rozptyl	7,93	7,69	7,16	8,32	8,84
KUK					
Průměr t/ha	8,79	8,78	8,66	8,93	8,79
Sm. odchylka	2,37	2,41	2,52	2,28	2,3
Rozptyl	5,61	5,82	6,34	5,18	5,28
HRA					
Průměr t/ha	9,16	9,21	9,22	9,17	9,03
Sm. odchylka	2,01	2,02	1,9	2,04	2,17
Rozptyl	4,04	4,09	3,6	4,17	4,7

Jarní ječmen při tomto způsobu hodnocení prokázal schopnost menší náchylnosti k velkým výkyvům ve výnosu zrna při výnosu o 10 % nižším než ozimá pšenice, kde výkyvy mezi sledovanými roky i předplodinami byly vyšší. Výkonnost ozimé pšenice byla více ohrožena variabilitou počasí než jarní ječmen.

Tab. 6: Hodnocení výnosu jarního ječmene: osmiletý průměr, směrodatná odchylka a rozptyl

	Průměr	Způsob zpracování půdy			
		BO	D10	O15	O22
C/K					
Průměr t/ha	6,52	6,68	6,36	6,48	6,54
Sm. odchylka	1,63	1,42	1,75	1,69	1,76
Rozptyl	2,65	2,01	3,07	2,85	3,08
C/P					
Průměr t/ha	6,86	6,85	6,86	6,92	6,81
Sm. odchylka	1,67	1,45	1,71	1,69	1,86
Rozptyl	2,77	2,10	2,94	2,85	3,48
C/J					
Průměr t/ha	7,03	7,09	6,96	7,07	6,99
Sm. odchylka	1,33	1,08	1,49	1,32	1,48
Rozptyl	1,76	1,17	2,22	1,74	2,20

Závěr

Zásadní proměnnou veličinou uvedených pokusů bylo počasí, charakterizované velmi odlišným množstvím srážek a narůstající teplotou ve sledovaném období. Druhou proměnnou veličinou byla předplodina a způsob zpracování půdy. Všechny tyto faktory pak určovaly míru stability výnosu zrna u obou plodin.

Ozimá pšenice vykazovala velké rozdíly v jednotlivých letech celkově, ale především u těch předplodin (vojtěška a kukuřice), které byly náročné na vláhu v roce pěstování a pro následnou plodinu zanechávaly také velké množství organické hmoty opět náročné na vláhu. Ale i po hrachu byly statistické hodnoty rozptylu i SDO vyšší než u ječmene po cukrové řepě. Hodnota SDO pro pšenici po vojtěšce činila 2,82, po kukuřici 2,37 a po hrachu 2,01. Rozptyl v t/ha byl od 4,04 (předplodina hrách) až po 7,93 (předplodina vojtěška). Po kukuřici činil 5,61.

Jarní ječmen v letech s kolísavým počasím obstál velmi dobře, pokud hodnotíme průměrnou variabilitu hodnot výnosu v daném období hodnotou SDO, která činila 1,33 ve variantě C/J, 1,63 ve variantě C/K a 1,67 ve variantě C/P. Rozptyl v t/ha byl 1,76 ve variantě C/J, 2,65 ve variantě C/K a 2,77 ve variantě C/P. Projevil se i vliv druhé předplodiny v rámci osevního sledu.

Newton et al. 2011 uvádí, že jarní ječmen má schopnost přizpůsobit se mnoha biotickým a abiotickým podmínkám a že je ječmen zjevně odolná plodina s velkým výnosovým potenciálem, který lze v budoucnu realizovat především ve vztahu ke změnám klimatu. Doposud převládá silné přesvědčení zemědělců o lepším suchovém potenciálu ozimé pšenice. Avšak údaje z oblastí se suchým počasím (Cossani et al. 2007 a 2009) ukazují, že jarní ječmen je velmi přizpůsobivá plodina, která zvládá mnohdy lépe než ozimá pšenice řadu biotických a abiotických stresů především v situacích, kdy dochází k jejich kumulaci v daném roce. Zastoupení jarního ječmene v zemědělské produkci by mělo být udržováno v dostatečném poměru k ostatním obilovinám tak, aby byl vyvažován konzistentní potenciál pro výrobu potravin i surovin. Změna klimatu může nabídnout nové příležitosti zvýšení výnosového potenciálu ječmene v některých regionech. Například tam, kde časnější jaro prodlouží celkové vegetační období a nebo kde v suchých oblastech trpí ozimá pšenice více než jarní ječmen po předplodinách prohlubujících sucho (kukuřice na zrno). Přesto hrozí ječmeni mnoho úskalí (což je ale společné i pro jiné plodiny). Záleží i na tom, jak se s ječmenem obchoduje v mezinárodním měřítku a jak jej ovlivňují klimatické a politické události. Je velkou výzvou zvýšit výnosový potenciál a zúžit poměr mezi potenciálním a realizovaným výnosem. Je to poněkud obtížné i na úrovni šlechtění, neboť diploidní ječmen ve srovnání s haploidní ozimou pšenicí je v nevýhodě. Pšenice má složitější a větší genom než diploidní ječmen. Ale v důsledku toho rozbor a hodnocení adaptivních znaků u pšenice je obtížnější (Brenchley et al, 2012). Naproti tomu nízký počet chromozomů a snadné křížení posilují užitečnost ječmene jako biologického modelu ((Saisho & Takeda, 2011). Data z řady domácích i zahraničních pokusů ukazují, že je dobré všimnout si všech souvislostí, správně s nimi pracovat a zamýšlet se nad tím, jak moc jsme připraveni na to vyvažovat se chybných úsudků, které jarní ječmen staví do role méně perspektivní plodiny (Slafer et al.2023). I když by se zdálo, že klimatické změny jsou hlavní příčinou menšího zájmu i menší úspěšnosti pěstování jarního ječmene, tak tomu tak není, neboť ozimá pšenice má s těmito změnami stejné nebo i větší problémy než jarní ječmen. Příčiny jsou především v oblastech ekonomických a odbytových.

/Recenzováno/

Poděkování:

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1123.

Literatura

Božko R. : Kvalita sladovnického ječmene ze sklizně roku 2023. Odborná konference: Jakost obilovin, Kroměříž 8.11. 2023
Brenchley R., Spannagl M., Pfeifer M., Barker GLA., D'Amore R., Allen AM., McKenzie N., Kramer M., Kerhornou A., Bolser D. et al. (2012). Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature* 491: 705–710.
Casao MC., Karsai I., Igartua E., Gracia MP., Veisz O., Casas AM. (2011): Adaptation of barley to mild winters: a role for PPDH2. *BMC. Plant Biology* 11: 164.
Cossani C.M., R., Savin G.A. Slafer, Savin R. (2007). Contrasting performance of barley and wheat in a wide range of conditions in Mediterranean Catalonia (Spain), *Annals of Applied Biology* 167-173 .ISSN 0003-4746
Cossani C.M., Slafer G.A., Savin R. (2009). Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site. *Field Crops Research* 112, 205–213
Dawson I.K., Russell J., Powell W., Steffenson B., Thomas W.T.B., Waugh R. (2015). Barley: a translational model for

adaptation to climate change . *New Phytologist* 206: 913–931
Kramer M., Kerhornou A., Bolser D. et al. (2012).: Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature* 491: 705–710.
Newton A.C., Flavell A.J., Timothy S. G. Mullholland B., Ramsay L., Giha C.R., Russell J., Steffenson B.J., Swanston S., Thomas W.T.B., Waugh R., White P., J., Bingham I.J. (2011) Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Strengths and weaknesses in the context of food security. *Food Sec.* 3,141–178
Saisho D., Takeda K. (2011). Barley: emergence as a new research material of crop science. *Plant Cell Physiology* 52, 724-727
Slafer G., Savin R. (2023). Comparative performance of barley and wheat across a wide range of yielding conditions. Does barley outyield wheat consistently in low-yielding conditions? *European Journal of Agronomy* 143, 1-7.
Váňová M., Jirsa O., Hledík P. (2023). Optimalizace výnosu a kvality jarního ječmene v podmínkách měnícího se klimatu. *Obilnářské listy* 1/2023,15-21.

Yang, J., Zhang, J. (2005). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol.* 169, 223–236.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01597>.

Hodnocení reakce hlavních houbových patogenů obilovin na vybrané fungicidní účinné látky

(Evaluation of the response of major cereal fungal pathogens to selected fungicide active compounds)

Matušinsky Pavel, Bleša Dominik, Čapková Martina,
Hambálková Markéta, Tvarůžek Ludvík
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: V současné době se zemědělská produkce potýká s rostoucí četností rezistence houbových patogenů obilovin vůči běžně používaným fungicidům. Tato situace zdůrazňuje potřebu pravidelného monitorování a hodnocení reakcí patogenů na různé účinné látky. V naší práci se zaměřujeme na systematický průzkum rezistence hlavních houbových patogenů obilovin, který provádíme s cílem identifikovat dynamiku vývoje na našem území. Tento průzkum je nezbytný pro včasnou identifikaci rizik a umožňuje nám formulovat doporučení pro pěstitele na základě nejnovějších zjištění. V roce 2023 došlo k výraznému snížení citlivosti populací *M. nivale*, *Z. tritici* a *R. collo-cygni* ke strobilurinové látce azoxystrobin. Vysoké procento izolátů *Z. tritici* vykazovalo také sníženou citlivost k prothioconazolu.

Klíčová slova: *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici*, *Ramularia collo-cygni*, prothioconazole, mefentrifluconazole, azoxystrobin, fluxapyroxad, fencicoxamid, monitoring, rezistence

Abstract: Currently, agricultural production is facing an increasing frequency of resistance of fungal pathogens of cereals to commonly used fungicides. This situation highlights the critical need for regular monitoring and evaluation of the response of these pathogens to different active substances. In our work, we focus on a systematic survey of resistance in the main fungal pathogens of cereals, which we conduct in order to identify the dynamics of development in our region. This survey is important for early identification of risks and allows us to formulate recommendations for growers based on the latest findings. Significant decrease of sensitivity in populations of *M. nivale*, *Z. tritici* a *R. collo-cygni* to strobilurine azoxystrobin occurred in 2023. High number of *Z. tritici* isolates showed lower sensitivity to prothioconazole, too.

Key Words: *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Ramularia collo-cygni*, prothioconazole, mefentrifluconazole, azoxystrobin, fluxapyroxad, fencicoxamid, monitoring, resistance