

Výnosová stabilita ozimé pšenice v závislosti na počasí, osevním sledu a zpracování půdy

(Crop stability of winter wheat is depending on weather, crop rotation and tillage practices)

Váňová Marie¹⁾, Jirsa Ondřej¹⁾, Hledík Pavel²⁾

¹⁾Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž, ²⁾Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 - Ruzyně, Stanice Ivanovice na Hané

Souhrn: V práci jsou uvedeny výsledky pokusů s ozimou pšenicí z let 2015–2020 z lokality Ivanovice na Hané. Pšenice byla pěstována po třech předplodinách: vojtěšce, kukuřici a hrachu.

Každá z těchto variant měla čtyři způsoby zpracování půdy (orba 22 cm, orba 15 cm, bez orby, disk 10 cm). Byl hodnocen výnos zrna a jeho kvalita ve vztahu k průběhu počasí a způsobu pěstování.

Z meteorologických dat jsme pro dané pokusné místo vyhodnotili údaje o množství srážek a teplotě vzduchu, ve srovnání s normálem (N) z let 2015 až 2019 pro podzimní období z měsíců září až prosinec. Dále pak údaje z let 2016 až 2020 pro měsíce leden až červen (a také leden až červenec). Pro ozimou pšenici je nutné hodnotit srážky a teploty v době před a po zasetí, neboť průběh podzimu ovlivňuje termín setí, dobu vzcházení, následné odnožování a mohutnost kořenové soustavy ozimé pšenice.

V průměru všech 5 let byl výnos po kukuřici ve srovnání s hrachem snížen na 91,6 % a po předplodině vojtěšce na 68,2 %.

Pětileté výsledky uvedené v předložené práci ukazují na velký význam, který pro ozimou pšenici má suchý podzim. Předplodiny, které prohlubují proschnutí půdního profilu, anebo omezují dostupnost vláhy tím, že je voda poutána na rozklad organické hmoty, jsou pro následnou ozimou pšenici v suchých letech rizikem s těžko napravitelnými následky.

Dalším významným faktorem je délka trvání sucha nejen v daném roce, ale i v horizontu několika let. Déle trvající sucho rozdíl mezi jednotlivými předplodinami prohlubuje.

V dlouhém období sucha se jednotlivé předplodiny nedokázaly s nedostatkem vláhy stejně dobře vyrovnat. Vojtěška problém s vláhou zvyšovala svými nároky na vláhu i na rozklad vyššího množství organické hmoty. Tento problém byl menší u kukuřice a nejmenší u předplodiny hrachu.

Výnosová stabilita vztažená k času je pro každý faktor v technologii pěstování tím nejdůležitějším ukazatelem. To, co vykazuje velkou proměnlivost, je nutné hlídat a pečlivě zvažovat, zda v daných podmínkách není tím, co celý systém činí labilní a méně úspěšný.

Klíčová slova: ozimá pšenice, předplodina, zpracování půdy, sucho, výnosová stabilita

Abstract: The work presents the results of experiments with winter wheat from 2015–2020 from the locality Ivanovice na Hané. Wheat was grown on three pre-crops: alfalfa, corn and peas.

Each of these variants had four tillage methods (plowing 22 cm, plowing 15 cm, no plowing, disc 10 cm). Grain yield and its quality in relation to the course of the weather and the method of cultivation were evaluated. We evaluated data on the amount of precipitation in mm and air temperature in °C for the given experimental site, in comparison with the normal (N). Data from 2015 to 2019 for the autumn period from September to December and data from 2016 to 2020 for the months January to June (and also January to July) were evaluated. For winter wheat, it is necessary to evaluate precipitation and temperatures in the period before and after sowing, because the course of autumn affects the sowing date, time of emergence, subsequent rooting and the size of the root system of winter wheat.

On average over all 5 years, the yield after maize was reduced to 91.6% compared to peas and to 68.2% after the alfalfa crop.

The five-year results presented in the presented work show the great importance of dry autumn for winter wheat and that pre-crops, which deepen the penetration of the soil profile or reduce the availability of moisture by binding water to decompose organic matter, are for subsequent winter wheat in dry years at risk with difficult to correct consequences.

Another important factor is the duration of the drought not only in a given year, but also over a period of several years. Prolonged drought deepens the difference between individual pre-crops. The long period of drought, the individual forage crops could not cope as well with the lack of moisture. Alfalfa increased the problem of moisture with its demands on moisture and the decomposition of higher amounts of organic matter. This problem was smaller for corn and the smallest for the pea crop.

Yield stability over time is the most important indicator for any factor in cultivation technology. What shows great variability must be monitored and carefully considered whether, given the conditions, it is not what makes the whole system unstable and less successful.

Key Words: winter wheat, pre-crops, tillage methods, drought, yield stability

Úvod

Vysoké výnosy zrna ozimé pšenice jsou důsledkem především úspěšného šlechtění a precizních technologií pěstování. Avšak nejen to je zárukou každoročního úspěchu.

Jedním z hlavních faktorů, které ohrožují výnosy plodin, i u výnosných odrůd a při dobré technologii pěstování, je vliv sucha, vysokých teplot a zvyšující se koncentrace CO₂. Reakce rostlin na globální oteplování je předmětem ekologických i environmentálních studií, které mají za cíl identifikovat možnosti pro

následnou selekci ve šlechtitelských programech (Bocci et al. 2020), (Sardans et al. 2020). Avšak stabilitu vysokých výnosů v suchých podmínkách je možné uskutečnit pouze cestou integrovaných opatření, která vycházejí i z agronomických poznatků, v nichž velkou úlohu hraje půdní prostředí, fyziologie rostlin, molekulární biologie a jejich uplatnění ve šlechtění (Neil et al. 2014). I menší individuální výsledky přispívají k pokroku a mohou být zahrnuty do interdisciplinárního výzkumu vedoucího k úspěchu (Inter Drought Conference: Montpellier 1995 – Perte 2013, Neil et al. 2014).

V České republice jsme celostátně zaznamenali několik suchých let se zvýšenou teplotou téměř v každém ročním období. Z pohledu výrobních oblastí poklesl produkční potenciál obilovin především v kukuřičné i řepařské výrobní oblasti. Avšak lokálně jsou sucha a vysoké teploty přítomny i ve výše položených oblastech nebo v oblastech s dešťovým stínem.

Technologie pěstování mají celou řadu možností, jak zmírnit projevy sucha včetně dopadu nepřímých opatření jako je ochrana proti chorobám a škůdcům, individuální přístup k pozemkům a lokalitám v rámci precizního zemědělství a také způsobu zpracování půdy ve vztahu k předplodinám.

Hodnocení vlivu srážek není jednoduché, neboť ozimá pšenice má značné kompenzační schopnosti a vláhový deficit se projevuje v průběhu dlouhého vegetačního období různě a následně může být vyrovnáván, nebo naopak sucha ovlivní negativně jiný z důležitých výnosových prvků. Dopady nedostatku srážek jsou velmi závislé na jejich rozložení během vegetace a podle toho

Meteorologická data

Z meteorologických dat jsme pro dané pokusné místo vyhodnotili údaje o množství srážek v mm a teplotě vzduchu ve °C, ve srovnání s normálem (N) pro dané veličiny z meteorostanice v Ivanovicích na Hané. Byly vyhodnoceny údaje z roku 2015 až 2019 pro podzimní období z měsíců září až prosinec a údaje z let 2016 až 2020 pro měsíce leden až červen (a také leden až červenec).

Podzimní období

Pro ozimou pšenice je nutné hodnotit srážky a teploty v době před a po zasetí, neboť průběh podzimu ovlivňuje termín setí, dobu vzcházení, následné odnožování a mohutnost kořenové soustavy ozimé pšenice.

Srážky

Ve sledovaném období (r. 2015–2019) bylo množství srážek nižší než normál ve všech sledovaných letech kromě roku 2019. V roce 2019 napršelo o 36,6 % více (ve srovnání s normálem) a srážky byly vyšší než N ve všech sledovaných měsících.

Teplota

Suma teplot za měsíce září až prosinec byla ve všech sledovaných letech vyšší než hodnota normálu. Podzimní období ve sledovaných letech bylo teplé a s výjimkou roku 2019 i s menším množstvím celkových srážek. Rok 2019 se naopak odlišoval vyššími srážkami a jejich rovnoměrným rozložením v jednotlivých měsících.

Tab. 1: Srážky za měsíce září až prosinec v letech 2015–2019 v mm a porovnání s normálem v %

Podzimní srážky pro OP v mm						
rok	2015	2016	2017	2018	2019	Normál
suma 9–12 měsíc						
v mm	79,1	95,1	133,9	125,2	215,3	157,6
v % normálu	50,19	60,34	84,96	79,44	136,61	

Tab. 2: Teplota za měsíce září až prosinec v letech 2015–2019 ve °C a porovnání s normálem v %

Teploty na podzim ve °C						
rok	2015	2016	2017	2018	2019	Normál
suma 9–12 měsíc						
ve °C	32,17	28,73	30,08	34,48	33,27	28,2
v % normálu	114,07	101,52	106,66	122,26	117,97	

lze usuzovat i na velikost následných škod. Účinek sucha se liší i podle lokality, kvality půdy a také podle kvality předplodin. Dopady sucha jsou navíc ještě spojeny s teplotou, která je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících celkovou vodní bilanci. V letech, kdy srážky jsou nízké a nerovnoměrné, jsou zvláště vlivy mnoha těchto faktorů, které pak mají nebývale velký vliv na konečný výnos. V předložené práci jsou uvedeny výsledky pětiletých pokusů založených po třech předplodinách (vojtěšce, kukuřici a hrachu), a při čtyřech způsobech zpracování půdy. Kombinace počasí, předplodiny a zpracování půdy má zásadní vliv v daném roce na produkční schopnost ozimé pšenice a zvýrazňuje klíčové body spolupodílející se na možnosti vyrovnávat se se suchým a teplotním stresem.

Agrotechnická data pokusu

Vysvětlivky k označení jednotlivých variant:

P/V pšenice po vojtěšce

P/K pšenice po kukuřici

P/H pšenice po hrachu

Agrotechnická opatření:

BO – bez orby, D10 – disk 10 cm, O15 – orba 15 cm,

O22 – orba 22 cm

Období od ledna do června (července)

Srážky

V letech 2016–2018 byla suma srážek deficitní ve srovnání s normálem. V letech 2019 a 2020 byla suma srážek vyšší než normál, avšak srážky byly rozloženy velmi nerovnoměrně. Zatímco měsíce leden až duben byly srážkově podnormální, následující měsíce květen a zejména červen byly vysoce nadnormální.

Teplota

Kromě roku 2017 bylo období leden až červen (červenec) dle sumy teplot teplotně nadnormální.

Výsledky

V daném pokuse byl hodnocen výnos zrna, HTZ, OH a obsah N látek ve vztahu k ročníku, předplodině a způsobu zpracování půdy. Vzhledem k velkému množství dat a vzájemných interakcí jsme pro zpracování volili statistické hodnocení, jehož zjednodušenou verzi následně uvádíme.

Pro statistické hodnocení byly použity průměrné hodnoty ze čtyř polních opakování. Výsledky pokusů byly vyhodnoceny analýzou rozptylu (ANOVA) s použitím Tukeyova testu na hladině významnosti 0,95 pomocí statistického programu Statistica ver. 12 Cz (1). Grafy znázorňují průměry s 95% intervaly spolehlivosti.

Vliv předplodiny na výnos zrna

Nejvýnosnější byl rok 2020 a rozdíl mezi předplodinami byl nejnižší. Nejvyšší výnos byl po hrachu. Po vojtěšce byl o 7,4 % nižší než po hrachu a po kukuřici byl nižší jen o 2,78 %.

Vláhové poměry byly jak na podzim, tak následující vegetaci velmi příznivé. V obou obdobích byl úhrn srážek vyšší než normál.

V průměru všech 5 let byl výnos po kukuřici **ve srovnání s hrachem** snížen na 91,59 % a na 73,84 % po předplodině vojtěšce (Tab. 5).

Ale variabilita v jednotlivých letech byla vyšší, jak ukazuje Tab. 6. Rozdíl ve výnosu zrna byl mezi jednotlivými předplodinami nejmenší v roce 2018, kdy bylo velké sucho nejen v tomto konkrétním roce, ale i v předcházejících dvou letech. Výnos poklesl na 41,31 % (V), 48,27 % (K) a 49,39 % (H) ve srovnání s rokem 2020.

Naopak největší rozdíl mezi předplodinami byl v roce 2017, kdy po vojtěšce byl výnos jen na 26,53 % ve srovnání s rokem

2020, ale po kukuřici byl na 56,56 % a po hrachu na 66,79 %. Rok 2017 byl velmi suchý jak na podzim, tak během celé následující vegetace (Tab. 1 a 2).

V letech 2015–2018 se pohyboval celkový úhrn srážek hluboko pod normálem a v letech 2016–2018 pokračovalo sucho i během vegetačního období.

Se suchem se nedokázaly jednotlivé předplodiny stejně dobře vyrovnat. Výnos ozimé pšenice po předplodině vojtěšce ovlivňoval nejen konkrétní rok, v němž byla pěstována, ale i sucho v předcházejících letech. A tak následně vojtěška problém s vláhou jen zvyšovala svými nároky na vláhu i na rozklad vyššího množství organické hmoty. Tento problém byl menší u kukuřice a nejmenší u předplodiny hrachu.

Pro ozimou pšenici hrají velmi významnou roli podzimní srážky, které ovlivňují především hustotu porostu. V letech 2015–2019 byl srážkový úhrn za podzimní měsíce hluboce podnormální a naopak teplotně nad normálem. To se projevilo na poklesu výnosu po všech předplodinách, nejvíce však po předplodině vojtěšce.

Tab. 3: Srážky za měsíce leden až červen (a +červenec) letech 2016–2020 v mm a porovnání s normálem v %

Srážky během vegetace v mm		2016	2017	2018	2019	2020	normál
rok							
suma 1–6 měsíc v mm		201,4	150,1	196,9	367,76	356,6	264,2
v % normálu		76,23	56,81	74,52	139,19	134,97	
	červenec	108,8	71,8	43,6	84,1	78,3	71,89
suma 1–7 měsíc v mm		310,2	221,9	240,5	460,86	434,9	336,1
v % normálu		92,3	66,02	71,55	137,12	129,4	

Tab. 4: Teplota za měsíce leden až červen (a +červenec) ve °C letech v letech 2016–2020 a porovnání s normálem v %

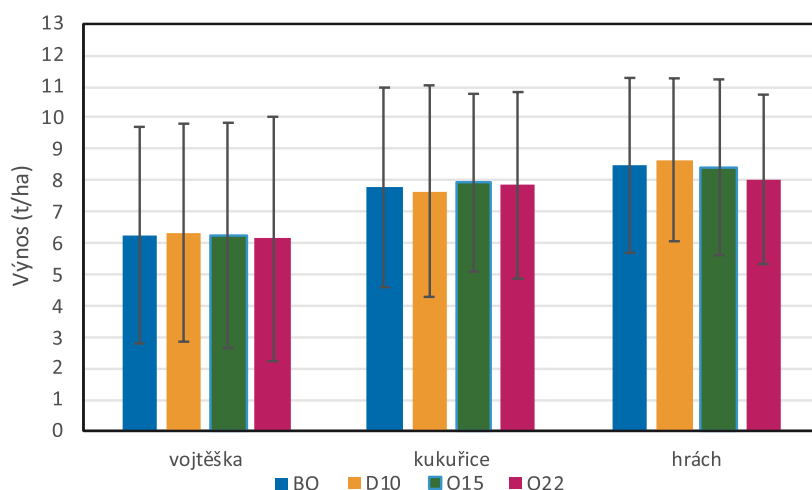
Teplota ve °C během vegetace		2016	2017	2018	2019	2020	normál
rok							
suma 1–6 měsíc v °C		50,39	45,88	53,07	53,19	50,96	47,61
v % k normálu		105,83	96,36	111,46	111,72	107,04	
	červenec	20,27	20,63	21,49	19,99	19,19	19,94
suma 1–7 měsíc v °C		70,66	66,51	74,56	73,18	70,15	67,55
v % k normálu		104,6	98,46	110,37	108,33	103,84	

Tab. 5: Výnos zrna v letech 2020–2016 po třech různých předplodinách a porovnání průměru z těchto let k předplodině hrachu v % (předplodina hrách = 100 %)

sumář	výnos t/ha					průměr let t/ha	v % výnosu po předplodině hrách
		2019	2018	2017	2016		
	2020	2019	2018	2017	2016	2016–2020	
vojtěška	9,95	6,80	4,11	2,64	7,69	6,24	73,80
kukuřice	10,40	8,00	5,02	5,57	9,73	7,74	91,59
hrách	10,69	8,84	5,28	7,14	10,33	8,45	100

Tab. 6: Pokles výnosu jednotlivě v letech 2016, 2017, 2018, 2019 vztaheno k těžce předplodině ve srovnání s rokem 2020 v %v %

ročník	2020	2019	2018	2017	2016
	výnos t/ha	pokles výnosu v % ve srovnání s rokem 2020 (100 %)			
vojtěška	9,95	68,34	41,31	26,53	77,29
kukuřice	10,40	76,92	48,27	53,56	93,56
hrách	10,69	82,69	49,39	66,79	96,63



Obr. 1: Vliv agrotechniky po jednotlivých předplodinách na průměrný výnos pšenice (BO – bez orby, D10 – disk 10 cm, O15 – orba 15 cm, O22 – orba 22 cm)

Tab. 7: Výsledky hodnocení výnosu pšenice analýzou rozptylu (ANOVA) v letech 2016–2020

Zdroj variability	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	F hodnota	p hodnota
Rok (R)	4	291	73	940	0,000***
Předplodina (P)	2	50	25	322	0,000***
Agrotechnika (A)	3	0,4	0,1	1,8	0,166
R × P	8	20	2,5	32	0,000***
R × A	12	0,8	0,1	0,8	0,623
P × A	6	0,9	0,2	1,9	0,115
Chyba	24	1,9	0,1		
Celkem	59	364			

Pozn.: *** je průkaznost při 0,001

Vliv agrotechniky se průkazně neprojevil, větší rozdíly mezi režimy se projeví spíše ve vazbě na předplodinu (Obr. 1) než na ročník.

Obsah N-látek

Obsah N-látek byl nejvíce ovlivněn ročníkem a pak předplodinou (Obr. 2a). Vyšší byl v letech 2017 a 2018 než v letech 2016 a 2019 a nejnižší v roce 2020. Vliv předplodiny byl závislý na ročníku (Obr. 2a). Ve třech letech se průkazně rozdíly neprojevily, v roce 2017 byl vyšší obsah po vojtěšce, v roce 2018 nižší po hrachu.

Vliv agrotechniky nebyl významný celkově, ale projevil se v kombinaci s ostatními faktory. Po hrachu ani kukuřici významné rozdíly nebyly, ale po vojtěšce byl významně nižší obsah NL s bezorebnou technologií (BO) proti orbě 15 i 22 cm (Obr. 2b).

Ve třech letech byly režimy srovnatelné, v roce 2017 byl nižší obsah NL po diskování vůči orbě 22 cm a v roce 2018 nižší po bez-

orebné technologii vůči orbě 15 cm (Obr. 2c).

Hmotnost tisíce zrn

Hmotnost tisíce zrn byla nejvíce ovlivněna ročníkem. Průměrná HTZ byla nejvyšší v roce 2020 před rokem 2017, naopak v roce 2018 byla významně snižena oproti ostatním ročním. Vliv předplodiny byl silně podmíněn ročníkem (Obr. 3a). V letech 2016 a 2019 byly rozdíly nevýznamné, v roce 2017 a 2018 byla nižší HTZ po vojtěšce, naopak v roce 2020 byla po vojtěšce nejvyšší a po kukuřici nejnižší. V agrotechnice se projevil celkový rozdíl mezi orbou 22 cm s nejnižší HTZ a diskováním s nejvyšší HTZ (Obr. 3b), ovlivnění agrotechniky ostatními faktory nebylo průkazné.

Objemová hmotnost

Objemová hmotnost byla nejvíce ovlivněna ročníkem a pak předplodinou, statisticky významné rozdíly se neprojevily po agrotechnice.

Průměrná OH byla výrazně zvýšená v roce 2017 proti srovnatelným sudým ročníkům, mírně snižena v roce 2019. Vliv předplodiny byl závislý na ročníku (Obr. 4a), v letech 2016 a 2019 nebyly rozdíly průkazné, v letech 2017 a 2018 došlo ke snížení po vojtěšce.

Vlivem agrotechniky se neprůkazné rozdíly mezi režimy projeví spíše ve vazbě na ročník (Obr. 4b) než na předplodinu.

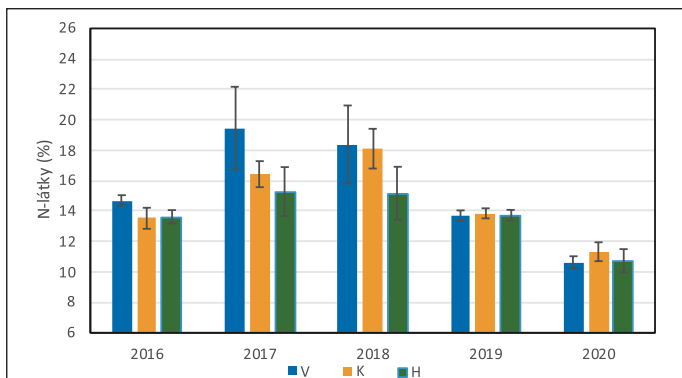
Diskuse k získaným výsledkům

Všechny sledované ukazatele (výnos zrna, obsah N-látek, OH a HTZ) byly významně ovlivněny ročníkem i předplodinou. Ročník byl dominantní faktor, vliv předplodiny byl závislý na ročníku a nebyl průkazný v každém roce. Velký význam má délka trvání sucha a jeho intenzita, což způsobuje to, že se rozdíly po předplodinách stírají,

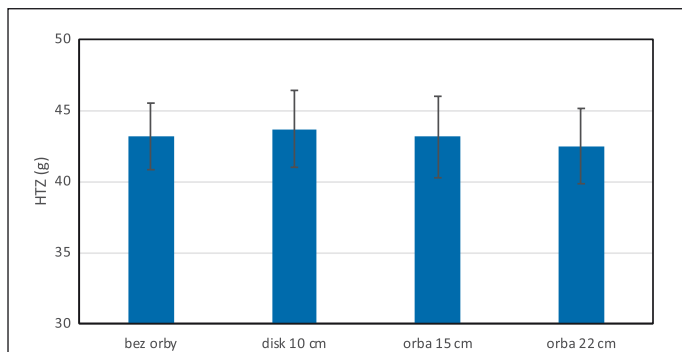
nebo prohlubují (Tab. 6).

V letech 2017 a 2018 s nízkými výnosy byl vysoký obsah N-látek, v roce 2020 byla situace opačná. Vztah výnosu a N-látek lze dokumentovat i významnou korelací ($r = -0,90$). Rok 2017 vynikal nejvyšší OH, rok 2020 nejvyšší HTZ, zatímco rok 2018 nízkou HTZ, přičemž oba s průměrnou OH. Roky 2016 a 2019 jsou vzájemně srovnatelné v obsahu N-látek, OH i HTZ. Předplodiny se v průměru liší hlavně výnosem a obsahem N-látek, rozdíly jsou především podmíněny charakterem ročníku. Vliv agrotechniky souvisí s ročníkem i předplodinou a je méně zřetelný, významně se projevil na obsah N-látek a HTZ.

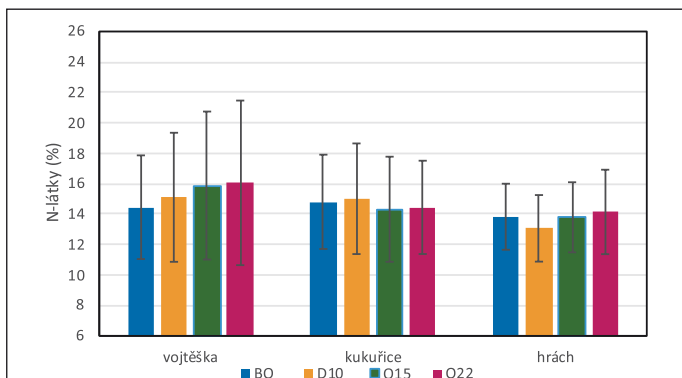
Vyhodnocení vztahů mezi pokusnými variantami a sledovanými parametry analýzou hlavních komponent je uvedeno na Obr. 5. Je zřejmý např. vliv předplodiny v jednotlivých letech, podobnost a homogenita let 2016 a 2019, snížení výnosu po vojtěšce v roce 2017 nebo záporná korelace mezi výnosem a obsahem N-látek.



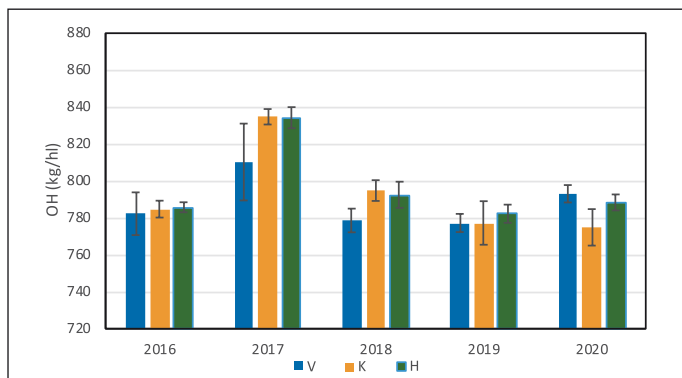
Obr. 2a: Vliv předplodiny v jednotlivých letech na průměrný obsah N-látek pšenice (V – vojtěška, K – kukuřice, H – hrách)



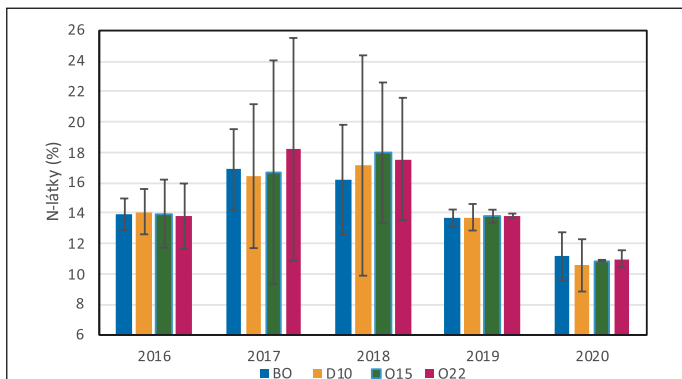
Obr. 3b: Průměrná HTZ pšenice po jednotlivých agrotechnických opatřeních



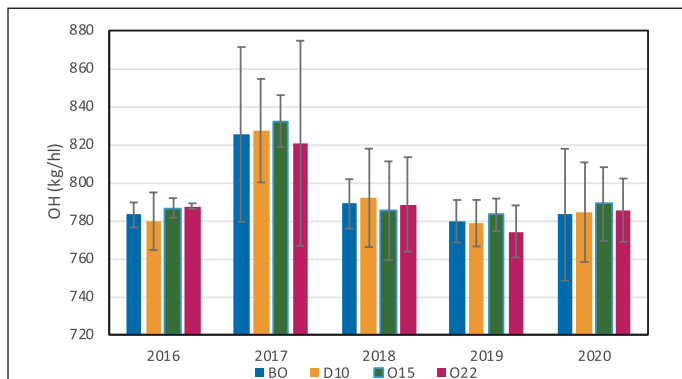
Obr. 2b: Vliv agrotechniky po jednotlivých předplodinách na průměrný obsah N-látek pšenice (BO – bez orby, D10 – disk 10 cm, O15 – orba 15 cm, O22 – orba 22 cm)



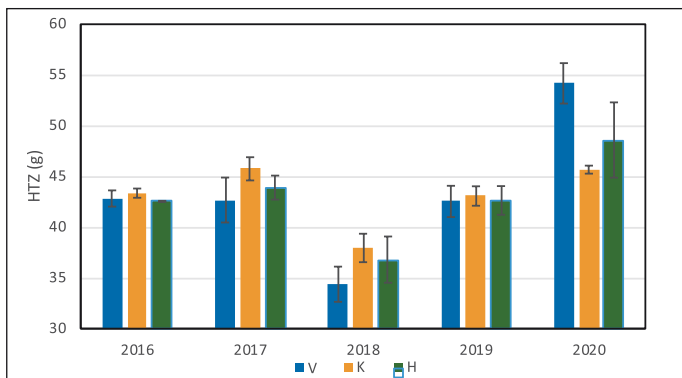
Obr. 4a: Vliv předplodiny v jednotlivých letech na průměrnou OH pšenice (V – vojtěška, K – kukuřice, H – hrách)



Obr. 2c: Vliv agrotechniky v jednotlivých letech na průměrný obsah N-látek pšenice (BO – bez orby, D10 – disk 10 cm, O15 – orba 15 cm, O22 – orba 22 cm)



Obr. 4b: Vliv agrotechniky v jednotlivých letech na průměrnou OH pšenice (BO – bez orby, D10 – disk 10 cm, O15 – orba 15 cm, O22 – orba 22 cm)



Obr. 3a: Vliv předplodiny v jednotlivých letech na průměrnou HTZ pšenice (V – vojtěška, K – kukuřice, H – hrách)



Tab. 8: Průměrné hodnoty pšenice v letech 2016–2020. Průměry významných efektů byly porovnány Tukeyovým testem.

Efekt	Faktor 1	Faktor 2	N	Výnos (t/ha)	N-látky (%)	HTZ (g)	OH (g/l)
Celkem			60	7,48	14,6	43,1	793
Rok	2016		12	9,25 ^b	14,0 ^b	42,9 ^c	784 ^{bc}
	2017		12	5,12 ^d	17,1 ^a	44,1 ^b	826 ^a
	2018		12	4,81 ^d	17,2 ^a	36,4 ^d	789 ^b
	2019		12	7,88 ^c	13,8 ^b	42,7 ^c	779 ^c
	2020		12	10,34 ^a	10,9 ^c	49,5 ^a	785 ^b
Předplodina	V		20	6,24 ^c	15,4 ^a	43,3	788 ^b
	K		20	7,80 ^b	14,6 ^b	43,2	793 ^a
	H		20	8,40 ^a	13,7 ^c	42,9	797 ^a
Agrotechnika	BO		15	7,50	14,4	43,2 ^{ab}	792
	D10		15	7,55	14,4	43,7 ^a	792
	O15		15	7,53	14,7	43,1 ^{ab}	795
	O22		15	7,34	14,9	42,5 ^b	791
Předplodina × Agrotechnika	2016	V	4	7,69 ^{de}	14,7 ^{cd}	42,8 ^e	782 ^{cde}
		K	4	9,73 ^b	13,5 ^{fd}	43,4 ^{de}	785 ^{cde}
		H	4	10,33 ^{ab}	13,6 ^d	42,5 ^e	786 ^{cde}
	2017	V	4	2,65 ⁱ	19,5 ^a	42,7 ^e	810 ^b
		K	4	5,58 ^g	16,4 ^b	45,8 ^c	835 ^a
		H	4	7,14 ^{ef}	15,3 ^{bc}	43,9 ^{cde}	834 ^a
	2018	V	4	4,11 ^h	18,4 ^a	34,4 ^g	779 ^{de}
		K	4	5,03 ^g	18,1 ^a	38,0 ^f	795 ^c
		H	4	5,29 ^g	15,2 ^{bc}	36,8 ^{cf}	793 ^c
	2019	V	4	6,80 ^f	13,7 ^d	42,5 ^e	777 ^e
		K	4	8,00 ^d	13,9 ^{cd}	43,1 ^e	777 ^e
		H	4	8,85 ^c	13,7 ^d	42,6 ^e	782 ^{cde}
2020	V	4	9,95 ^{ab}	10,6 ^e	54,2 ^a	793 ^c	
	K	4	10,69 ^a	11,3 ^e	45,7 ^{cd}	775 ^e	
	H	4	10,40 ^{ab}	10,7 ^e	48,6 ^b	788 ^{cd}	
Rok × Agrotechnika	2016	BO	3	9,41	13,9 ^d	43,0	783
		D10	3	9,40	14,1 ^d	42,9	780
		O15	3	9,30	14,0 ^d	43,2	787
		O22	3	8,89	13,8 ^d	42,6	788
	2017	BO	3	5,20	16,9 ^{abc}	44,6	825
		D10	3	5,22	16,4 ^{bc}	44,4	827
		O15	3	5,29	16,7 ^{abc}	44,0	832
		O22	3	4,76	18,2 ^a	43,5	821
	2018	BO	3	4,80	16,2 ^c	37,1	789
		D10	3	4,77	17,1 ^{abc}	37,6	792
		O15	3	4,89	18,0 ^{ab}	35,5	785
		O22	3	4,76	17,6 ^{abc}	35,4	789
	2019	BO	3	7,78	13,7 ^d	42,6	780
		D10	3	8,00	13,7 ^d	42,9	779
		O15	3	7,81	13,8 ^d	42,8	783
		O22	3	7,94	13,8 ^d	42,6	774
2020	BO	3	10,32	11,2 ^e	48,6	783	
	D10	3	10,36	10,6 ^e	50,7	784	
	O15	3	10,36	10,9 ^e	50,2	789	
	O22	3	10,33	11,0 ^e	48,3	786	

Tab. 8 - pokračování: Průměrné hodnoty pšenice v letech 2016–2020. Průměry významných efektů byly porovnány Tukeyovým testem.

Efekt	Faktor 1	Faktor 2	N	Výnos (t/ha)	N-látky (%)	HTZ (g)	OH (g/l)
Předplodina × Agrotechnika	Vojtěška	BO	4	6,25	14,5 ^{cd}	43,7	787
		D10	4	6,33	15,1 ^{abc}	44,1	787
		O15	4	6,25	15,9 ^{ab}	43,4	793
		O22	4	6,13	16,1 ^a	42,1	786
	Kukuřice	BO	4	7,78	14,8 ^{bcd}	43,0	791
		D10	4	7,66	15,0 ^{abcd}	43,6	793
		O15	4	7,93	14,3 ^{cd}	43,1	796
		O22	4	7,84	14,4 ^{cd}	43,0	794
	Hrách	BO	4	8,48	13,8 ^{de}	42,8	798
		D10	4	8,66	13,1 ^e	43,4	798
		O15	4	8,42	13,8 ^{de}	42,9	797
		O22	4	8,04	14,1 ^{cde}	42,4	794

Pozn.: Průměry vlivu faktorů byly porovnány Tukeyovým testem, významné hodnoty jsou označeny malými písmeny v indexu

Udržitelná stabilita výnosů ozimé pšenice a její kvality může být do budoucna značným problémem. Vzhledem k nepředvídatelným vlivům změny klimatu (Trnka et al. 2014, Zahradníček et al. 2014), především sucha, ale i vlivy celosvětových pandemií mohou dostupnost a cenu potravin velmi zkomplikovat.

Obiloviny (především ozimá pšenice) hrají významnou roli v agrárním zahraničním obchodu. Jsou jednou z komodit, o které je zájem a které se vyvážejí. Zmírňují neustále se zvyšující záporné saldo zahraničního obchodu a tak je nutné pečlivě sledovat jak trvalý je vliv suchých let a zvyšující se teploty na výnosovou úroveň a jakostní parametry ozimé pšenice.

Pětileté výsledky uvedené v předložené práci ukazují především na velký význam, který pro ozimou pšenici má suchý podzim a že předplodiny, které prohlubují proschnutí půdního profilu, anebo omezují dostupnost vláhy tím, že je voda poutána na rozklad organické hmoty, jsou pro následnou ozimou pšenici v suchých letech rizikem s těžko napravitelnými následky.

Dalším významným faktorem je délka trvání sucha nejen v daném roce, ale i v horizontu několika let. Déle trvající sucho rozdíl mezi jednotlivými předplodinami prohlubuje.

V dlouhém období sucha se jednotlivé předplodiny nedokázaly s nedostatkem vláhy stejně dobře vyrovnat.

Po vojtěšce až v posledním roce (2019/20), kdy jak na podzim, tak během vegetace, bylo srážek v porovnání s normálem více, se výnos zrna přiblížil výnosu po kukuřici a hrachu. Ve čtyřech předcházejících letech byly varianty po vojtěšce vždy výnosově průkazně nižší i při celkově vyšší výnosové úrovni daného roku.

Po několikaletém suchém a tepším období byla výnosová úroveň

roku 2020 velmi dobrá, především proto, že už podzim se srážkově blížil normálu a navíc srážky byly v jednotlivých měsících rozděleny téměř rovnoměrně a vyšší teplota umožnila velmi dobré podmínky pro založení dostatečně odnožených a urostlých porostů. Těm následně nevadilo ani suché jaro. Naopak kvalita byla nepříznivě ovlivněna vysokými srážkami v měsících květen až červenec.

Těmto nepředvídatelným výkyvům, především v množství a rozložení srážek, je obtížné čelit a tak zemědělství nelze srovnávat s jakýmkoliv jiným hospodářským odvětvím, neboť to co na prvním místě (dle statistiky) ovlivňuje výnos a kvalitu je průběh počasí v daném roce. Proto nelze podceňovat vše, co s globálními změnami souvisí, a spíše hledat cesty pro zmírnění jejich negativního dopadu (Trnka 2014). Vzhledem ke složitosti daného problému je nutná kooperace mnoha vědních oborů pro stanovení strategie určující, jak dosáhnout výnosové stability v suchých podmínkách, nebo lépe řečeno při globálních změnách klimatu. Interdisciplinární výzkum má největší naději postupně přinášet výsledky, které mohou být klíčem budoucí



produktivity. Největší naděje je vkládána do genetických materiálů rezistentních vůči suchu, ale i spolupráce s ostatními vědními obory je nezbytná, neboť půdní prostředí a průběh počasí jsou provázané a komerčně úspěšné mohou být jen v případě, že se navzájem potkají a využijí získaných poznatků.

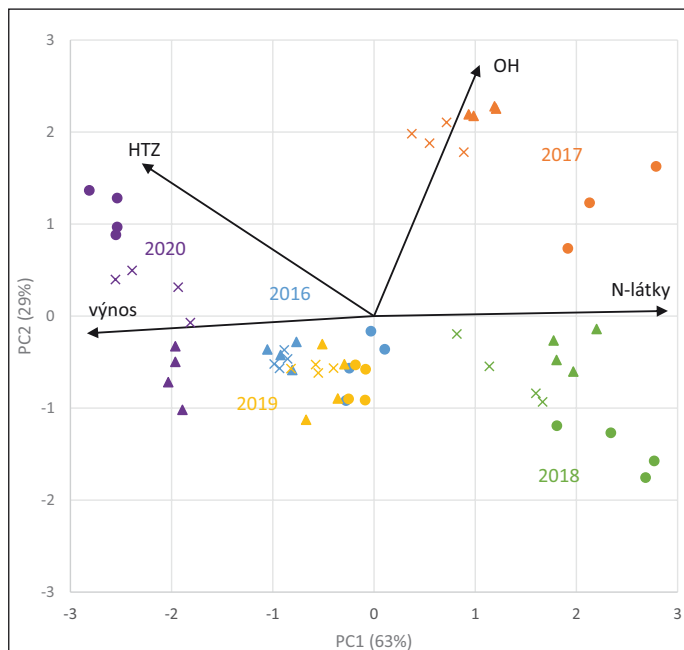
Je proto prozíravé znát okolnosti, které prohlubují možná rizika a hledat cesty jak se jim vyhnout. Sucho a zvyšující se teplota způsobují nečekané změny a počasí neumíme zatím ve vztahu k zemědělství řešit. Jsme ve fázi, kdy dokážeme kvantifikovat ztráty a místa, v nichž tyto ztráty vznikají, ale nemáme prostředky, které by jim zabránily. Je pravdou, že si ani nepřipouštíme, že na tento úkol nejsme připraveni. To ovšem neznamená, že by nás to nemělo znepokojovat. Měli bychom podporovat interdisciplinární výzkum, v němž každá vědní disciplína může přinést poznatky umožňující složit strategický model pro zmírnění dopadů globální změny klimatu (Neil et al. 2014). Tak jako ve zdravotnictví přinesla věda v podobě vakcíny řešení proti šířící se pandemii, tak také věda musí přispět k řešení těchto problémů v zemědělství.

Výnosová stabilita vztažená k času je pro každý faktor v technologii pěstování tím nejdůležitějším ukazatelem. To, co vykazuje velkou proměnlivost, je nutné hlídat a pečlivě zvažovat, zda v daných podmínkách není tím, co celý systém činí labilní a méně úspěšný.

Literatura

Sardans J., Gargallo-Garriga A., Urban O., Klem K., Walker T.W.N., Holub P., Janssens I.A., Penuelas J., 2020. Ecometabolomics for a Better Understanding of Plant Responses and Acclimation to Abiotic Factors Linked to Global Change. *Metabolites* 10, 239.

Neil C.T., Blum A., Cakir M., Steduto P., Tuberosa R., Zou N., 2014. Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought - are we making progress? *Functional Plant Biology*, 2014, 41, 1190-1206.



Obr. 5: Vyhodnocení vztahů mezi pokusnými variantami a sledovanými parametry analýzou hlavních komponent (● vojtěška, ▲ kukuřice, × hrách)

Bocci R., Bussi B., Petitti M., Franciolini R., Altavilla V., Galluzzi G., DiLuzio P., Magliorini P., Spagnolo S., Floriddia R., Li Rosi G., Petacciato M., Battezzato V., Albino A., Faggio G., Arcostanzo C., Caccarelli S., 2020. Yield, yield stability and farmers' preferences of evolutionary populations of bread wheat: A dynamic solution to climate change. *European Journal of Agronomy* 121, 126156.

Trnka M., Rotter R., Ruiz-Ramos M., Kersebaum K.C., Olesen J.E., Žalud Z., Semenov M.A., 2014. Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change. *Nat. Clim. Change* 4, 637-643.

Zahradníček P., Trnka M., Brázdil R., Možný M., Štěpánek P., Hlavinka P., Žalud Z., Malý A., Semerádová D., Dobrovolský P., Dobrovský M., Řezníčková L., 2015. The extreme drought episode of August 2011–May 2012 in the Czech Republic. *International Journal of Climatology* 35, 3335-3352.

/Recenzováno/

Poděkování: Příspěvek byl vypracován za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE – RO1118

Atlas S **Talium**

CORTEVA
agrilance

Info: **602 275 038**