

LABORATORNÍ MLECÍ POKUS PRO VYBRANÉ ODRŮDY PŠENICE SETÉ A ŠPALDY

Laboratory milling test for selected varieties of wheat and spelt

Švec I.¹, Dvořák P.², Skřivan P.¹, Kvirencová Rýparová J.³, Hajšlová J.³, Hrbek V.³

¹ Ústav sacharidů a cereálií,
³ Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

² Katedra agroekologie a rostlinné produkce,
ČZU Praha, Kamýcká 129, Praha 6



ÚVOD

Mlecí pokus má za cíl simulovat frakční mletí v průmyslovém obilném mlýně a v laboratorním měřítku stanovit hmotnostní bilanci jedlých produktů a odpadu. Počet získaných frakcí přímo ovlivňuje celkovou výtěžnost hladké mouky, která závisí na morfologii a fyzikálně-mechanických vlastnostech zrna. Do první skupiny mezi jinými patří tradiční mlynářské parametry hmotnost tisíce zrn a objemová hmotnost, do druhé sklovitost a tvrdost zrna.

Čeled' Lipnicovité (*Poaceae*), lidově **trávy**, zahrnuje 10⁴ druhů od travin přes obilniny a cukrovou třtinu až po bambus; trávy se vyskytují na všech kontinentech včetně Antarktidy. Na severu Arabského poloostrova, v oblasti tzv. „úrodného půlměsíce“, došlo v neolitu v době před 10.000 lety k domestikaci divoké druhů pšenice a ječmene a rozvoji usedlého zemědělského života. Na severovýchodu střední Afriky byl domestikován čirok, ve střední Americe kukuřice, v jihovýchodní Asii rýže. Mezinárodní obchod s obilovinami začal kolem roku 1900; v současnosti kukuřice, pšenice a rýže vytvářejí celosvětové zásoby, kdy každé plodiny jsou ročně produkovány 10² až 10³ miliónů tun jak pro výživu lidstva, tak hospodářských zvířat i průmyslové a energetické účely.

Rod Pšenice (*Triticum*) zahrnuje přibližně 20 druhů, ekonomicky významné jsou pšenice setá, tvrdá („durum“), špalda, jednozrnka a dvouzrnka – první tři tvoří základní výživovou složku evropské a severoamerické civilizace. Pšenice setá a špalda jsou blízce příbuzné hexaploidní rostliny (2n = 42 chromozomů), běžně zpracovávané v mlýnsko-pekárenském oboru. V tuzemsku je ročně produkováno 5,0 – 5,5 mil. t zrna pšenice konvenčním intenzivním způsobem. Pšenice setá je v tuzemsku pěstována konvenčním intenzivním způsobem, osívaná plocha je přibližně 750 tis. ha. Špalda je produkována převážně organicky (ekologicky) na ploše 7 tis. ha. Komplexní čtyřletý kvalitativní průzkum 22 evropských odrůd špaldy potvrdil značné agronomické i kvalitativní rozdíly, kdy bylo lze odrůdy špaldy rozřadit do 3 agronomických a 5 technologických skupin [Helin et al. \(2023\)](#)². Jejich závěry potvrzují omezenou možnost jednoznačné provozní identifikace druhů *T. aestivum* a *T. spelta*.

Cílem práce bylo porovnat mlynářské kvality konvenčně vypěstované špaldy proti konvenční i ekologické pšenici; byly shromážděna pětice a dvě trojice odrůd. Popis jejich mlynářské kvality byl proveden výše uvedenými základními znaky zrna a pokusným mletím na laboratorním mlýně CD1 Auto Chopin. Byla provedena hmotnostní bilance mletí na 5 frakcí a statistické vyhodnocení dat.

MATERIÁL

Pšenice setá, konvenčně – Wiwa, Prim a Penelope (ProBio Šumperk)
Pšenice setá, ekologicky – RTG Telemark, Butterfly a LG Absalon (ČZU Praha)
Pšenice špalda, konvenčně – Serpentin, Rokoz, Orkus, Rubiota a Tauro (ProBio Šumperk)

METODY

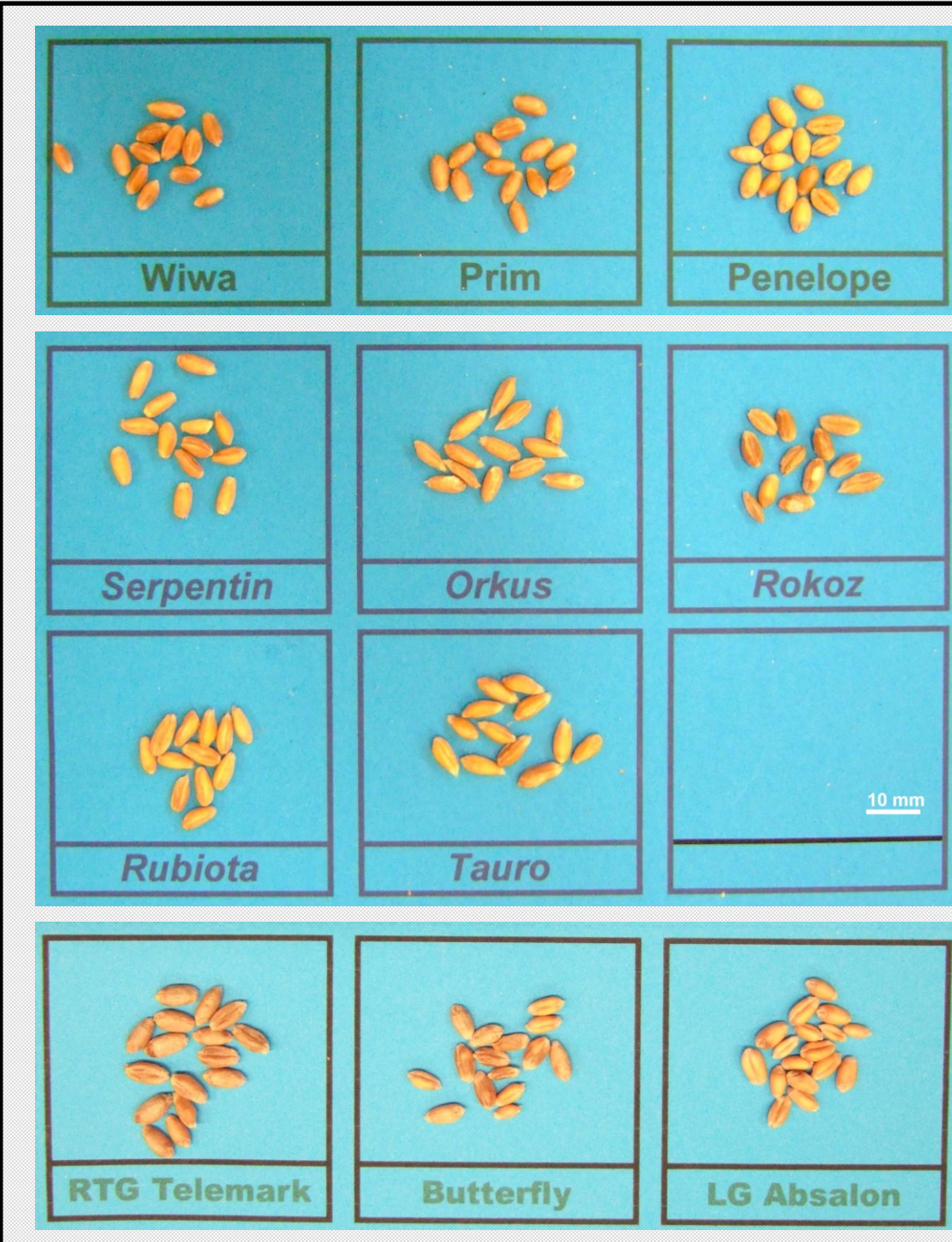
Objemová hmotnost zrna (OH) – ČSN ISO 7971-2, standardní objemoměr, digitální váhy

Hmotnost tisíce zrn (HTZ) – ČSN 46 1011-26, počítadlo Numirex (Mezos, CZE)

Tvrdost zrna PSI – metoda Particle Size Index (AACC 55-30): mlýn LM 3033 (Perten Instruments, PerkinElmer Inc., SWE), rotační síťovačka Restch KS1000, síto 0,075 mm

Laboratorní mlecí pokus – interní metodika VŠCHT Praha, mlýn CD1 Auto (Chopin Technologies, KPM Analytics FRA); navážka zrna 530 g

Korelační analýza, metoda hlavních komponent – Statistica 13.0 (TIBCO Software, USA)



VÝSLEDKY A DISKUZE

Znaky zrna (Tabulka 1a)

Zjištěn statisticky nevýznamný rozdíl v HTZ mezi konvenčně / ekologicky pěstovanými pšenicemi a konvenčními špaldami. Pro ekologicky produkovanou *T. durum* bylo HTZ ve třech ročnících až o 4,7 % vyšší [Campiglia et al. \(2015\)](#).

V hodnotách OH a tvrdosti PSI prokázány odrůdové rozdíly, pro potravinářskou pšenici je legislativně dáno min. 780 g/l.

Mlecí pokus (Tabulka 1b)

Na mlýně CD1 Auto zjištěny významné odrůdové rozdíly ve výtěžnosti vymílacích otrub (22,0 – 40,6%, nejméně pro špaldu). Celkově výtěžnosti mouky byly od 50,2 do 67,0 %, mezi skupinami odrůd neprůkazně vyšší pro špaldu (při nižší tvrdosti PSI a současně kratších dobách mletí).

Korelační analýza (Obrázek 1)

Počet průkazných korelací dosáhl 37 z 55 (20 záporných, 17 kladných) pro P_{min} = 95 %. Ze znaků zrna nejvýznamnější OH, k ní průkazně korelovalo 7 z 11 parametrů. Výtěžnost otrub dána logicky výtěžností VO (více cyklů mletí a prosévání), naopak určující pro výtěžnosti šrotové mouky a mouky celkem.

Metoda PCA (Obrázek 2a, 2b)

Transformace do prostoru tří hlavních komponent úspěšná, vysvětleno 53, 20 a 12 % rozptylu původních dat. Podle PC1 rozlišeny fáze šrotování a vymílání zrna, primární dopad parametru OH. Potvrzeno popsané prolínání kvality konvenčně / ekologicky vypěstované pšenice *Pe* / *Te* a konvenční špaldu *Se*.

Tabulka 1. Vliv botanického druhu pšenice a režimu pěstování na mlynářskou kvalitu zrna

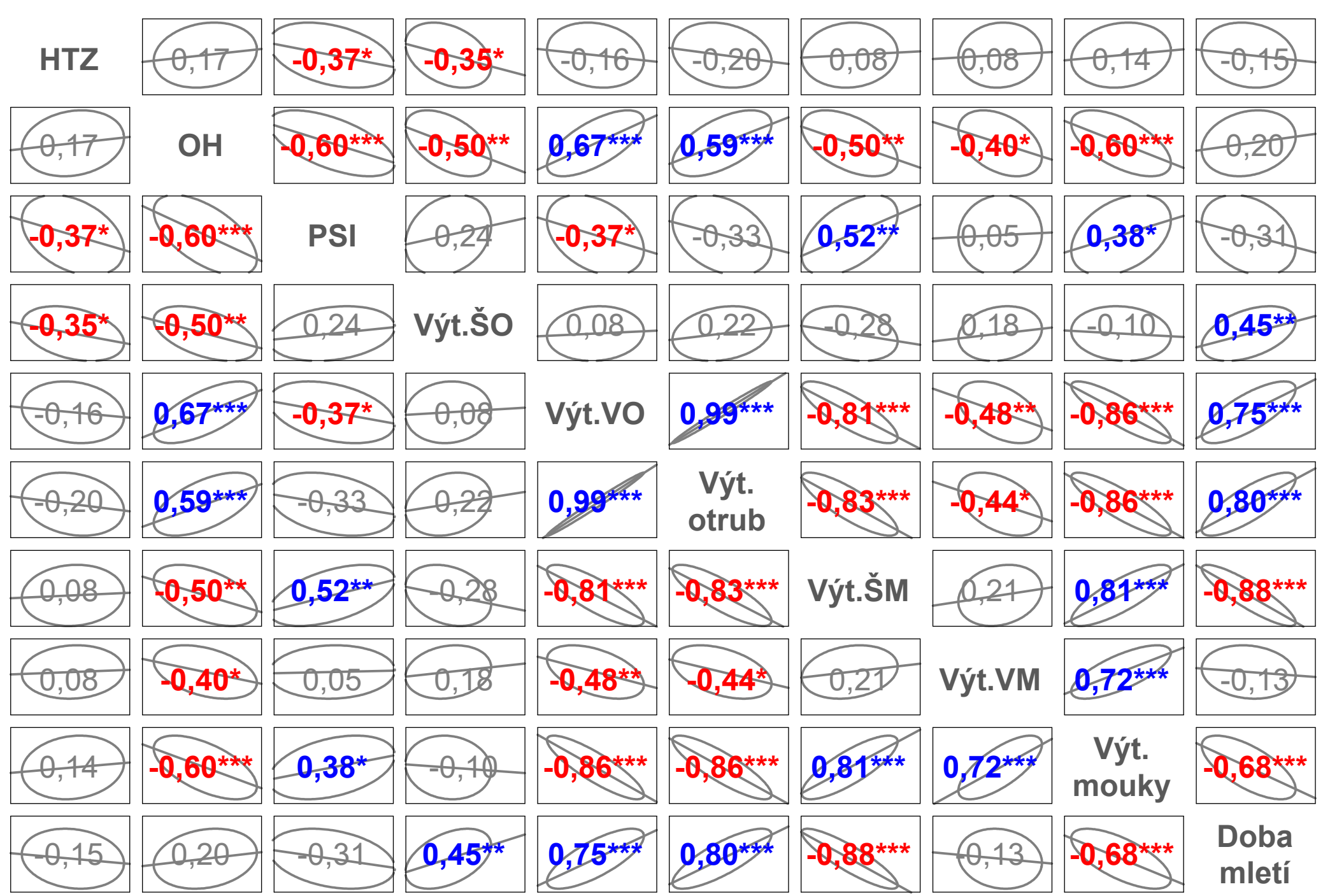
a) Technologické znaky zrna

Druh pšenice	Režim pěstování	Odrůda	HTZ (g)	OH (g/l)	Tvrdost zrna PSI (%)
setá	konvenční	Wiwa	42,8 ^{bcd}	853 ^f	9,4 ^a – velmi tvrdá
		Prim	47,5 ^a	874 ^g	9,6 ^{ab} – velmi tvrdá
		Penelope	41,8 ^{bc}	774 ^c	11,4 ^{cd} – velmi tvrdá
	ekologický	RTG Telemark	36,8 ^a	845 ^f	14,4 ^f – tvrdá
		Butterfly	44,3 ^d	831 ^e	10,8 ^{bc} – velmi tvrdá
		LG Absalon	44,0 ^{cd}	815 ^d	18,1 ^g – středně tvrdá
špalda	konvenční	Serpentin	41,8 ^{bc}	775 ^c	13,2 ^{ef} – tvrdá
		Rokoz	37,3 ^a	766 ^{bc}	17,7 ^g – středně tvrdá
		Orkus	41,2 ^b	716 ^a	18,1 ^g – středně tvrdá
		Rubiota	42,8 ^{bcd}	772 ^c	12,3 ^{de} – velmi tvrdá
		Tauro	48,3 ^e	761 ^b	14,5 ^f – tvrdá
setá	konvenční	Wi, Pr, Pe	44,1 ^A	833 ^B	10,1 ^A – velmi tvrdá
	ekologický	Te, Bu, Ab	41,7 ^A	831 ^B	14,4 ^B – tvrdá
špalda	konvenční	Se, Ro, Or, Ru, Ta	42,3 ^A	758 ^A	15,2 ^B – tvrdá

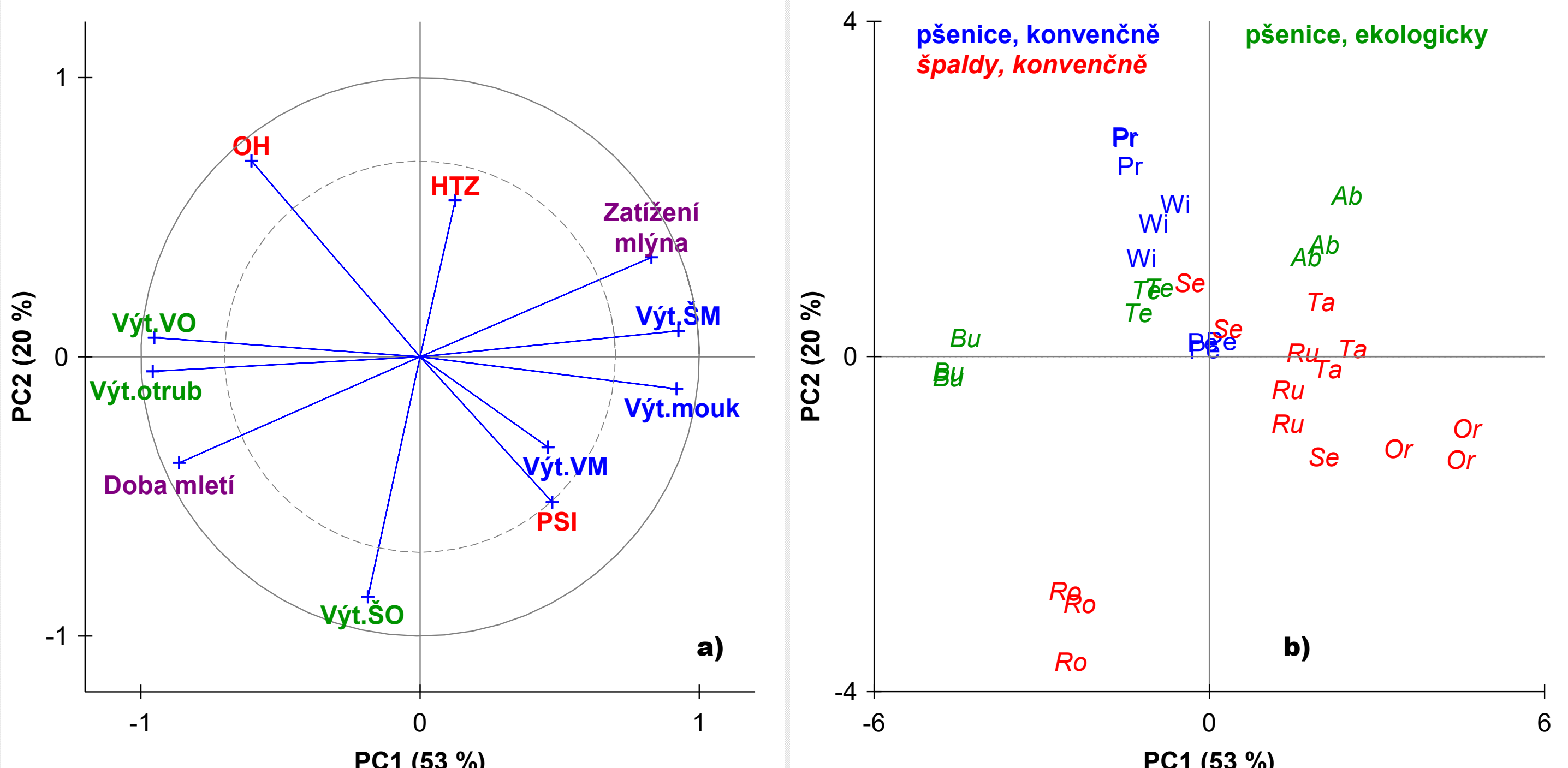
^{a-h} průměry pro odrůdy ve sloupcích, označené stejným písmenem, nejsou statisticky odlišné (P = 95 %); ^{A-B} průměry skupin odrůd ve sloupcích, označené stejným písmenem, nejsou statisticky odlišné (P = 95 %)

b) Výsledky mlecího pokusu na mlýně CD1 Auto Chopin

Výtěžnost otrub (%)			Výtěžnost mouky (%)			Doba mletí (min)	Zatížení mlýna (g/min)
– šrotových	– vymílacích	– celkem	– šrotové	– vymílací	– celkem		
7,3 ^a	32,1 ^{def}	39,4 ^{de}	20,5 ^{bc}	37,2 ^{abc}	57,7 ^{bcd}	6,93 ^{bc}	76,4 ^{cd}
7,3 ^a	33,2 ^{ef}	40,5 ^e	19,2 ^b	35,4 ^{abc}	54,7 ^{ab}	6,90 ^{bc}	76,8 ^{cd}
7,6 ^{ab}	29,7 ^{cde}	37,3 ^{cde}	21,5 ^{cde}	37,4 ^{abc}	58,8 ^{bcd}	7,06 ^c	75,1 ^{bc}
7,2 ^a	33,5 ^f	40,7 ^e	21,3 ^{cd}	33,9 ^{ab}	55,1 ^{abc}	6,93 ^{bc}	76,5 ^{cd}
8,5 ^{bc}	40,6 ^g	49,1 ^g	17,1 ^a	33,1 ^a	50,2 ^a	8,03 ^d	65,5 ^a
7,2 ^a	29,1 ^{cd}	36,2 ^{cd}	26,7 ^g	34,4 ^{abc}	61,1 ^{cdef}	6,06 ^a	84,3 ^d
8,6 ^{bc}	26,7 ^{bc}	35,2 ^c	22,7 ^{def}	33,0 ^a	55,6 ^{abc}	6,62 ^b	80,1 ^{cd}
9,4 ^c	34,9 ^f	44,3 ^f	17,0 ^a	37,2 ^{abc}	54,1 ^{ab}	7,86 ^d	67,5 ^{ab}
8,2 ^{ab}	22,0 ^a	30,2 ^a	29,1 ^h	37,9 ^{abc}	67,0 ^f	6,23 ^a	83,2 ^{cd}
8,2 ^{ab}	26,4 ^{bc}	34,6 ^{bc}	23,4 ^f	40,3 ^c	63,7 ^{def}	6,79 ^{bc}	77,5 ^{cd}
7,7 ^{ab}	23,5 ^{ab}	31,2 ^{ab}	23,0 ^{ef}	39,9 ^{bc}	64,5 ^{ef}	6,86 ^{bc}	77,3 ^{cd}
7,4 ^A	31,7 ^{AB}	39,1 ^{AB}	20,4 ^A	36,7 ^{AB}	57,1 ^A	6,96 ^A	76,1 ^A
7,6 ^A	34,4 ^B	42,0 ^B	21,7 ^A	33,8 ^A	55,5 ^A	7,01 ^A	75,5 ^A
8,4 ^B	26,7 ^A	35,1 ^A	23,0 ^A	37,6 ^B	61,0 ^A	6,87 ^A	77,1 ^A



Obrázek 1. Korelace znaků zrna a charakteristik mlecího pokusu (P = *95; **99; ***99,9 %). HTZ, OH, PSI: hmotnost tisíce zrn, objemová hmotnost, tvrdost Particle Size Index; Výtěžnost šrotové / vymílací frakce



Obrázek 2. Porovnání vlivu botanického druhu pšenice, odrůdy a režimu pěstování na vybrané znaky zrna a výsledky mlecího pokusu na laboratorním mlýně CD1 Auto Chopin statistickou metodou hlavních komponent (PC). Zatížení = Doba mletí / 530 g zrna.

ZÁVĚR

V laboratorním měřítku přepokládáná podobná mlynářská kvalita pšenice seté a špaldu potvrzena díky jejich blízké botanické příbuznosti, stejně jako významný vliv pěstované odrůdy. Ekologický způsob pěstování pšenice seté, tj. při využití výhradně organického hnojení, proti špaldě vyprodukované konvenčně, může tento překryv kvality posílit.