

OBILNÁŘSKÉ LISTY 3–4/2019

Odborný časopis
pro zemědělskou veřejnost

XXVII. ročník

P.P.
981317-0109/2007
767 01 Kroměříž 1



Foto: P. Matušinský: Kolekce kultur fytopatogenní houby *Pyrenophora teres*

Obsah č. 3–4/2019:

- Tvarůžek, L., Matušinský, P., Spitzer, T., Bleša, D., Hambálková, M., Svačinová, I., Růžková, S., Jergl, Z.:** Výskyt chorob ozimů, reakce odrůd na napadení chorobami a monitoring rezistence významných patogenů k fungicidům v pěstitelské sezóně 2018/2019 (s. 51–57)
- Sedláčková, I., Hambálková, M., Bílovský, J., Látal, O.:** Vliv aplikace biologicky transformované organické hmoty a biouhlu na výnosy a kvalitu obilovin (s. 57–61)
- Nesvadba Z., Leišová - Svobodová L.:** Srovnání vybraných parametrů sladovnické jakosti v genofondu ozimého ječmene (s. 62–67)
- Látal, O.:** Aktuální poznatky ze 7. Mezinárodního symposia o půdní organické hmotě v Adelaide (s. 67–68)
- Vaculová, K., Sedláčková, I., Jirsa, O.:** Ječný bulgur – nová možnost pro uplatnění bezpluchého ječmene? (s. 69–72)

Redakční rada:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek, vedoucí redaktor,
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Mgr. Věra Kroftová,
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D.,
Agrotest fyto, s.r.o.

Doc. Ing. Eduard Pokorný, PhD., Kroměříž

Doc. Ing. Ivana Šafránková, PhD.,
Mendelova univerzita v Brně

OBILNÁŘSKÉ LISTY – vydává:

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C, vložka 6094,

Vedoucí redaktor:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek

Adresa:

Havlíčková ulice 2787,

PSČ 767 01 Kroměříž,

tel.: 573 317 141, –138, fax: 573 339 725,

e-mail: vukrom@vukrom.cz

náklad 5 000 výtisků,

grafická příprava: F.R.Z. agency s.r.o., Brno

tisk: NOVATISK, a.s., Blansko

MK ČR E 12099,

ISSN 1212-138X.

Instrukce pro autory odborných článků předaných ke zveřejnění v časopise Obilnářské listy

Ke zveřejnění jsou přijímány původní vědecké a odborné práce, které nebyly publikovány v jiných periodikách. V recenzním řízení se odborní oponenti vyjádří, zda text odpovídá požadavkům na zveřejnění popřípadě zpracují připomínky, podle kterých by měl být rukopis před zveřejněním upraven.

Text musí být členěn do následujících částí:

- **Název práce** – musí výstižně informovat o zaměření práce.
- **Jméno/a autora/ů** – bez titulů a vědeckých hodností.
- **Souhrn (abstrakt)** v českém i anglickém jazyce – stručný text, který informuje o cílech, metodách a dosažených výsledcích práce.
- **Klíčová slova** – výrazy (jedno- i víceslovné) výstižně charakterizující obsah práce.
- **Úvod** – stručně vysvětluje, proč byla práce prováděna, a jaký má studovaná problematika význam. Citovanými publikacemi lze doložit stav současných poznatků, z nichž autoři vycházejí.
- **Materiál a metody** – jasně formulované a přesně popsání veškeré kroky, které vedly k provedení a dokončení práce včetně způsobu zpracování a vyhodnocení výsledků. Obsahuje také popis použitých metod, případně citace zdrojů, ve kterých je použita metoda nebo metodika popsána. Je nutno dodržovat mezinárodně platné odborné termíny, vědecké názvy organismů, soustavy jednotek, a jejich platné české ekvivalenty.
- **Výsledky a diskuze** – analytické zhodnocení, čeho bylo při experimentech dosaženo. Výsledky musí být zpracovány přehledně a pokud možno vyjádřeny graficky nebo v tabulkách. Nelze zde uvádět výsledky získané postupem, který není popsán nebo citován v metodice.
- **Závěr** – stručně shrnuje nejdůležitější výsledky a poznatky.
- **Poděkování a dedikace** – poděkování za technickou spolupráci, poskytnutí dat apod., dedikace k řešenému projektu/projektům. Číslo projektu a názvy poskytovatelů je nutno psát ve tvaru, v jakém jsou zapsány v informačním systému VaV na stránkách <http://www.vyzkum.cz>.
- **Kontaktní adresa autora/ů** – Jméno autora (včetně e-mailové adresy), u kterého je možné získat další informace k tématu zveřejněného příspěvku.

(Inzerce v časopisu nepodléhá recenznímu řízení a vyjadřuje názory jejího zadavatele)

Výskyt chorob ozimů, reakce odrůd na napadení chorobami a monitoring rezistence významných patogenů k fungicidům v pěstitelské sezóně 2018/2019

(Winter crops diseases occurrence, variety response and fungicide resistance monitoring of important pathogens in growing season 2018/2019)

Tvarůžek, L., Matušinsky, P., Spitzer, T.,
Bleša, D., Hambálková, M., Svačinová, I., Růžková, S., Jergl, Z.
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž, Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: Ve vegetačních ročnících 2018/19 byla hodnocena přítomnost chorob ozimých obilnin a ozimé řepky na provozních plochách zemědělských podniků. V odrůdových pokusech byla hodnocena citlivost odrůd ozimé pšenice k houbovým chorobám. V laboratorních biotestech byla hodnocena reakce patogenů na fungicidní látky. 13 % porostů ozimých obilnin bylo napadeno stéblolamem a 25 % porostů padlím. Rez pšeničná byla dominantní listovou chorobou ozimé pšenice. Infekční potenciál fuzárií v klasech byl nízký. Výskyt sněti ve vzorcích osiva byl minimální. Napadení řepky houbami *Sclerotinia sclerotiorum* a *Phoma lingam* bylo rovněž velmi nízké. Byla prokázána snížená citlivost ke strobilurinům u populací patogenů *Pyrenophora teres*, *Microdochium nivale* a *Zymoseptoria tritici*. U původce stéblolamu *O. yallundae* nebyly nalezeny žádné rezistentní izoláty k prothioconazolu a u původce hnědé skvrnitosti ječmene *P. teres* jsme nenalezli rezistenci k fluxapyroxadu.

Klíčová slova: ozimé obilniny, ozimá řepka, choroby, odrůdy, rezistence, SDHI, DMI, QoI rezistence

Abstract: The occurrence of diseases on winter cereals and winter rape was evaluated in farm fields in growing season 2018/2019. The susceptibility of winter wheat varieties to fungal diseases was assessed in variety trials. The reaction of pathogens to fungicide active ingredients was evaluated in the laboratory biotest. 13 % of winter cereals stands were infected with yeaspot and 25 % with powdery mildew. Leaf rust was dominating leaf pathogen in winter wheat. The infection potential of fusarium head blight was low. Smuts and bunt occurrence in harvested seed samples was minimal. The winter rape infection with *Sclerotinia sclerotiorum* and *Phoma lingam* was low, too. The lower susceptibility of *Pyrenophora teres*, *Microdochium nivale* and *Zymoseptoria tritici* to strobilurins was found. No resistant isolates of eyespot (*O. yallundae*) to prothioconazole and net blotch (*P. teres*) to fluxapyroxad were found.

Key Words: winter cereals, winter rape, diseases, varieties, resistance, SDHI, DMI, QoI, fungicides resistance

Charakteristika ročníku

Z dlouhodobého pohledu při hodnocení víceletých srážkových trendů se období pozdního jara až konce léta může charakterizovat jako srážkově bohatší, kdežto období první a poslední části roku (leden až duben a říjen až prosinec) bývají srážkami méně zásobeny. V letošním roce vzrostl významně nad normál srážkový úhrn v měsících květnu (147 %) a červenci (163 %) při tom, že další měsíce od počátku léta až do konce října jsou rovněž nadnormální, na úrovni 100 až 150 % normálu. Došlo k žádoucím zvýšení stavu obsahu vody v půdě, který je v současné době v Kroměříži nejvyšší za posledních pět let.

Seť obilnin na podzim 2018 probíhala v dlouhém časovém úseku, ale díky dlouhé vegetační době až do pozdního podzimu přicházela většina porostů do období vegetačního klidu již plně odnožená.

Na jaře, v době, kdy ozimé obilniny plně obnovily růst, byl proveden plošný odběr rostlin a následně laboratorní vyhodnocení napadení listovými chorobami a chorobami pat stébel, doplněné kultivační analýzou přítomnosti jednotlivých patogenů. U téměř třech tisíc rostlin byly zjištěny relativně vyrovnané podíly výskytu jednotlivých hlavních patogenů. *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.* i původce stéblolamu *Oculimacula spp.* byly přítomny u 5,0 až 6,5 % napadených rostlin, což odpovídá dlouhodobému výskytu. Tento pohled je však částečně zavádějící, protože v případě původce stéblolamu je třeba věnovat pozornost každému porostu, kde byl patogen zjištěn. Tímto postupem bylo zjištěno, že u 13,0 % ploch v rámci území ČR a téměř čtvrtiny ploch sledovaných v oblasti Moravy a Slezska se napadení stéblolamem v počátku jara vyskytlo. V dalším průběhu vegetace se však poškození rostlin mohlo projevit jen tam, kde bylo zaznamenáno více srážek

v období odnožování a počátku sloupkování, připadajícím na měsíc duben, což pro většinu území Moravy a Slezska neplatilo. Mezi častými odrůdami s výskytem stéblolamu patřily Viriato, Rivero, Genius, Julie, Matchball a Tobak.

Téměř na 40,0 % ploch se v období jarní regenerace vyskytovaly plodnice braničnatky pšeničné. Napadení bylo nalézáno u porostů v různých stádiích růstu a vývoje u odrůd Avenue, Dagmar, **Fakir**, Fenomen, **Genius**, LG Imposanto, **Julie**, **RGT Reform**, Rivero a **Viriato** (tučně jsou zvýrazněny odrůdy s nejvyšším počtem napadených porostů). Toto napadení však rozhodně neznamena, že porost bude poškozen i v době pozdního vývoje, což je možné v další části příspěvku porovnat například na odrůdě LG Imposanto, která si v našich pokusech uchoval vysokou odolnost k listovým chorobám prakticky do konce vegetace.

Padlí obilnin se u ozimů objevilo na čtvrtině porostů a jeho rozvoj v průběhu měsíce dubna pokračoval. Častěji napadenými byly odrůdy LG Imposanto, Athlon, Butterfly, Proteus, Julie, Dagmar, Viriato a Fenomen.

Do 5 % ploch bylo napadeno na počátku jara rzí pšeničnou, ale i plevovou a podobné procento vykazovalo vizuální příznaky napadení virózami. Pouze u jednoho vzorku ozimého ječmene bylo patrné počáteční napadení hnědou skvrnitostí.

Suché počasí v dubnu podporovalo výskyt padlí i koncem tohoto měsíce a to se stalo dominujícím patogenem v porostech. Až na 20 % porostů se choroba objevila na třetím listovém patře pod posledním listem a průměrně bylo zasaženo 2,4 % listové plochy. Padlí se rovněž hojně vyskytovalo ve spodní části stébla.

V porostech v nížinných oblastech se již počátkem dubna objevili dospělci kohoutků a na listech byly záhy jejich první



Padlí bylo častou chorobou v první polovině vegetace

vajíčka. Časný výskyt kohoutků v průběhu měsíce dubna byl problémem i pro teprve odnožující jarní ječmeny a v řadě případů bylo třeba již časněho použití insekticidního zákroku.

Ozimé obilniny v té době místy podesychaly, u pšenice se vyskytly časté nespecifické skvrny, které připomínaly nekrózy způsobené braničnatkami, o které se ale nejednalo. Pšenice často žloutly od spodních listů, horní listy byly často pokryty nespecifickými skvrnami nebo žloutnutím špiček listů v závislosti na odrůdě v důsledku fyziologického strádání popřípadě popálením postřiky. V některých případech lze říci, že u ozimých pšenic byly odnože drobné, ne příliš silné, vlivem sucha. Jen na pozemcích s dobrým vodním režimem často žádné problémy nebyly zřetelné a potřebný počet odnoží se udržoval. Vznikl tak velmi diferencovaný růstový a vývojový stav v rámci celého území.

Podobně odspodu zasychaly i ozimé ječmeny, ale porosty byly husté a většinou dobře odnožené – často s 5 a více odnožemi.

V polovině května se rozvoj epidemie padlí jako dominující choroby v porostech udržoval již jen na bazálních částech stébel, nepokračoval na horní listová patra a v následujícím období již ustupoval. Zde se však oproti minulým letům v předstihu začaly vytvářet první plodnice rzi, které v konečném důsledku svým nevidaným rozsahem napadení prakticky převážily výskyt dalších patogenů, především původců listových skvrnitostí. V řadě případů to mohlo znamenat také určité problémy s účinkem fungicidů, které zdravý listový aparát neuchovaly po dobu nalévání zrna. Rzi se vyskytly velmi časně, podmínky v červnu byly pro rozvoj napadení optimální a fungicidní zásah mohl přijít opožděně, do již napadených porostů a tím se zhoršil konečný efekt ošetření.

Riziko infekce fuzárie v obilninách

V době začínajícího kvetení porostů pšenice jsme prověřili několik pozemků, na kterých je pěstována obilnina po kukuřici. Zaměřili jsme se na loňské posklizňové zbytky kukuřice, které jsou zdrojem zárodků infekce pro klasy obilnin. Sledovali jsme, zda jsou zralé plodnice houby – tzv. perithécia a zda se z nich

již uvolnily infekční zárodky – askospóry. Ve většině případů byla perithécia již vyprázdněna, askospóry se již dříve uvolnily do prostředí. Jejich životnost je pro následující infekci klasů obilnin velmi krátká – v hodinách. Hlavní podíl poloraných odrůd ozimých pšenic včetně odrůd náchylných k fuzáriím (např. Tobak) kvetla v době, kdy již hlavní infekční vlna odezněla.

Choroby přenosné osivem

Při hodnocení vzorků zrna s předpokladem použití pro osivo se pravidelně zaměřujeme na mikroskopickou determinaci druhového spektra povrchové mykoflóry obilí. Hodnocení výskytu houbových patogenů na vzorku osiva se provádí metodou „bez inkubace“. Tato zkouška nepodává informace o životaschopnosti škodlivého činitele, ale pouze o přítomnosti jeho zárodků.

Pro použití zrna pro setí bez moření (farmářské osivo) se nesmí vyskytovat *Tilletia caries*, *T. controversa* a makrokonidie *Fusarium* sp. v nadlimitním množství. 3 vzorky byly vyloučeny jako osivo z důvodu výskytu *Tilletia* sp. a v 11 případech bylo doporučeno moření z důvodu výskytu *Fusarium* sp. na zru.

Za rok 2019 bylo hodnoceno 49 vzorků obilovin z toho 45 ozimých pšenic a 4 ozimé ječmeny. Nejvíce vzorků pocházelo z kraje Jihomoravského (35 %) a kraje Vysočina (32 %).

Černě:

Hodnocení druhů *Alternaria*, *Epicoccum* a *Ascochyta* bylo provedeno jako jedno souhrnné hodnocení za černě vyskytující se na zru – výskyt byl prokázán u 94 % všech vzorků, velmi slabý výskyt u 51 %, střední výskyt u 16 %, silný až velmi silný výskyt u 26 %. Vysoký podíl kontaminovaných vzorků souvisel s vyššími srážkami oproti minulému roku.

Fuzária:

Hodnocení přítomnosti rodu *Fusarium* sp. (*F. poe*, *F. avenaceum*, *F. gramineum*, *F. culmorum*...) bylo provedeno rovněž jako souhrnné hodnocení za všechny druhy. Výskyt byl prokázán u necelé třetiny hodnocených vzorků.

Slabý až střední výskyt byl zjištěn u 8 %, střední až silný výskyt 12 % a silný až velmi silný výskyt u 6 %, které pocházely především z Jihomoravského kraje.

Tilletia:

T. caries – výskyt sněti mazlavé byl prokázán u 12 % vzorků, ale pouze jeden vzorek vykázal nadlimitní výskyt. Nejčastěji a to 4 x ze 6-ti výskytů byl zastoupen kraj Vysočina.

T. controversa – výskyt sněti zakrslé byl zjištěn pouze na 2 vzorcích a oba rovněž pocházely z kraje Vysočina.



Čtvrtina ploch na Moravě byla v jarním období napadena stéblolamem

Tab. 1: Náchyllost odrůd ozimé pšenice ke rzi pšeničné, lokalita Kroměříž, 2019

Odrůda	Rez pšeničná	Odrůda	Rez pšeničná	Odrůda	Rez pšeničná
Frisky	9	Julie	6	Jeldka	4
LG Mocca	9	Butterfly	6	Messino	4
Sheriff	9	Piruetta	6	Matchball	3
Somtuoso CS	9	Hyfi	6	Annie	3
Sofolk CS	9	Emilio	6	Ilusion	3
Haristide (tvrďá)	9	Energio	6	Liseta	3
RGT Sacramento	9	Asory	6	Genius	3
LG Imposanto	8,5	Boss	6	Bonanza	3
LG Magirus	8,5	Benchmark	6	Elixer	3
Airbus	8,5	Activus	6	Johnson	3
Kiathos CS	9	PG 102	6	Hyvento	3
Centurion	8,5	Purino	6	Bernstein	3
Evina	8	Wintergold (tvrďá)	6	Etana	3
Izalko CS	8	Ceres (tvrďá)	6	WPB Calgary	3
RGT Aktion	8	Mv Nádor	5,5	IS Conditor	3
RGT Cesario	8	Montecristo CS	5	Artist	3
Hymalaya	8	Viki	5	Tulecká	3
Pankratz	8	Turandot	5	Askaban	2,5
Hewitt	8	Registana	5	Axioma	2,5
IS Karmadur	8	Rivero	5	Elly	2
Safari	8	Hyking	5	Chiron	2
Sambadur (tvrďá)	8	Apostel	5	Expo	2
Haristide (tvrďá)	8	Gordian	5	Patras	2
RGT Premiant	7,5	IS Agilis	5	Atuan	2
Arkeos	7	Gaudio	5	JB Asano	2
Moschus	7	Fabius	5	Baracuda	2
Sofru	7	Angelus	5	Amandus	2
Sonergy	7	Hondia	5	Gourmet	2
RGT Reform	7	IS - 875	4,5	Tobak	1,5
Lorien	7	RGT Ponticus	4		
Tonnage	7	Bodyček	4		
Dagmar	6,5	Golem	4		
Athlon	6,5	Viriato	4		
Barranco	6,5	Bohemia	4		
IS Laudis	6,5	Penelope	4		
Aurelius	6,5	Steffi	4		
Auradur (tvrďá)	6,5	Collector	4		
Avenue	6	Vanessa	4		
Sosthene	6	IS Danubius	4		
Solindo CS	6	Partner	4		
RGT Rebell	6	Balitus	4		
Grizzly	6	Advokat	4		

Pozn.: st. 9 plně odolná, st. 1 zcela náchylná

Odrůdové pokusy na lokalitě Kroměříž

Rozsáhlá kolekce 113 odrůd ozimé pšenice byla hodnocena v polním pokusu, založeném v Kroměříži. Uplynulá sezóna se u ozimé pšenice projevila především mimořádně vysokým výskytem rzi pšeničné, která dominovala mezi listovými chorobami ozimé pšenice, ale i dalších druhů obilnin.

Vysoce citlivě reagovalo na napadení celkem 27 odrůd, což je necelá čtvrtina zkoušené kolekce (tab.1). Ze skupiny odrůd, uvedených v „Seznamu doporučených odrůd“, se to týká (hodnocení stupni 2 a 3) následujících 6 odrůd: Atuan, Patras, Bernstein, Johnson, Genius, a Annie.

U řady odrůd je patrné, jak se v několikaletém horizontu mění jejich reakce s tím, jak pravděpodobně dozrává změna i rasové spektrum v populaci patogena. Ještě výrazněji je tento jev patrný u odrůd, jejichž pěstební plocha výrazně narostla. Tuto změnu jsme sledovali před několika lety například u odrůdy Tobak, u odrůdy Patras jsme letos v našich pokusech pozorovali významné zhoršení zdravotního stavu ve srovnání s minulým rokem, spočívající především v rychlosti, jakou epidemie rzi zničila prakticky veškerou listovou plochu. Mezi 10 odrůdami s nejvyšším podílem množitelských ploch pro rok 2019 byly hned čtyři, jejichž reakce na napadení rzí pšeničnou byla v Kroměříži vysoce náchylná: Tobak, Patras, Viriato a Genius.

Na druhé straně spektra reakce na napadení touto rzí se nachází skupina rezistentních prakticky úplně odolných odrůd (hodnoceno stupni 8 až 9), která čítala podobný podíl jako skupina vysoce náchylná (23 odrůd). I zde bylo šest odrůd z výše uvedeného Seznamu: Frisky, Sheriff, RGT Sacramento, LG Imposanto, RGT Cesario a Pankratz.

Střední odolností v rámci Seznamu doporučených odrůd disponovaly odrůdy Dagmar, Julie, Butterfly a Hyfi, středně náchylné byly odrůdy Bohemia, Penelope, Steffi, Vanessa a Balitus.

Napadení porostů listovými skvrnitostmi nebylo tak silné, jak se dalo podle výsledků počátečního jarního průzkumu očekávat. Důvody byly již výše diskutovány a spočívají především v časovém rozložení srážek. Bezdešťové období v měsíci dubnu a první dekádě května nevytvořilo podmínky pro silnější epidemický tlak, i když období po metání (konec května a červen) bylo srážkově bohaté.

Zajímavé závěry přináší shrnutí hodnocení všech vyskytujících se listových chorob. Pokud budeme hledat ty odrůdy, které poskytly co nejvyšší odolnost k chorobám, tedy jejich hodnocení odolnosti bylo dosaženo na úrovni stupně 7 a vyšší, měli bychom poukázat na genotypy, vhodné i do pěstitelských podmínek, například se sníženou intenzitou chemické fungicidní ochrany. V hodnocené kolekci podmínku splnilo 19 odrůd, z nichž 5 je opět uvedeno v Seznamu doporučených odrůd: RGT Sacramento, Frisky, LG Imposanto, Sheriff a RGT Cesario. Odrůda LG Imposanto sice byla v rámci většího území na jaře napadena častěji padlím pšenice, v Kroměříži ale tato choroba výrazný rozvoj neměla. Odrůdy s komplexní a často nespecifickou odolností k chorobám jsou pozitivní zprávou pro další vývoj pěstebních technologií v praxi, pokud se díky svým vlastnostem v praxi rozšíří. Podle stávajícího přehledu množitelských ploch však žádná z deseti nejrozšířenějších odrůd touto komplexní odolností nedisponovala.

Tab. 2: Odrůdy ozimé pšenice s komplexní odolností ke rzí pšeničné a listovým skvrnitostem, lokalita Kroměříž, 2019

Poř. číslo	Odrůda	Rez pšeničná	Listové skvrnitosti
10	Airbus	8,5	8
5	Arkeos	7	8
62	Centurion	8,5	8
3	Frisky	9	8
21	Haristide (tvrdá)	9	9
12	Izalko CS	8	8
19	Kiathos CS	9	8
4	LG Imposanto	8,5	8
6	LG Mocca	9	8
8	Moschus	7	8
30	RGT Aktion	8	8
31	RGT Cesario	8	7,5
22	RGT Premiant	7,5	8
32	RGT Sacramento	9	8,5
107	Safari	8	9
110	Sambadur	8	8
11	Sheriff	9	8
18	Sofolk CS	9	8,5
17	Somtuoso CS	9	8

Pozn.: st. 9 plně odolná, st. 1 zcela náchylná

Monitoring výskytu rezistence vybraných houbových patogenů obilovin k fungicidům

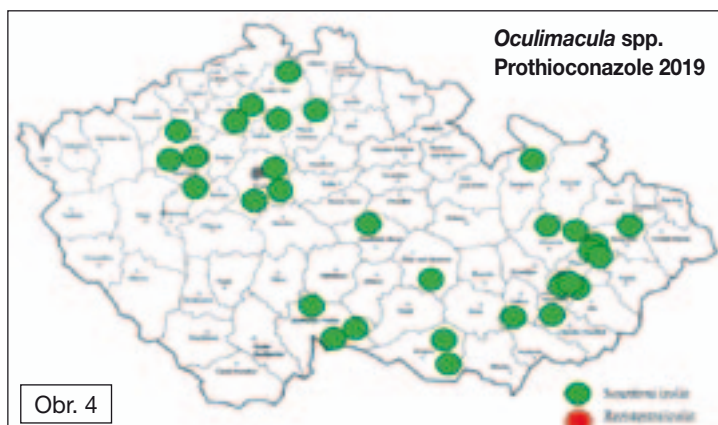
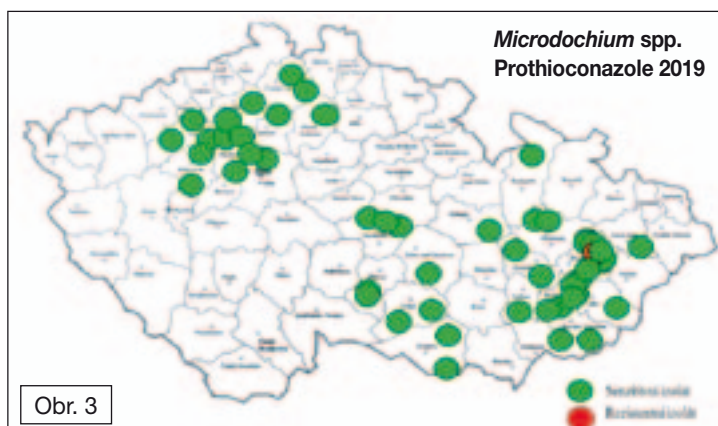
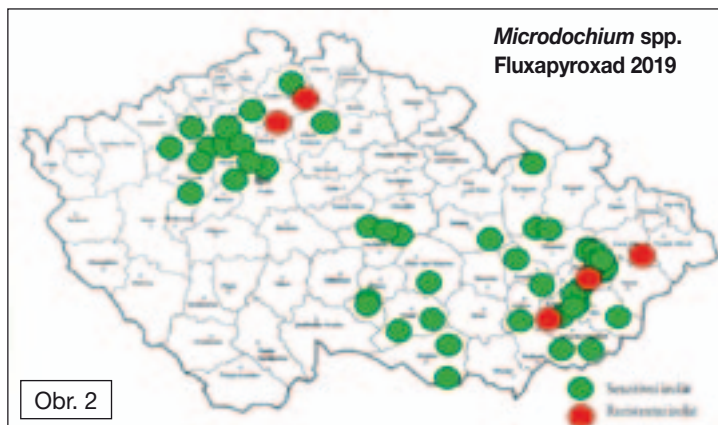
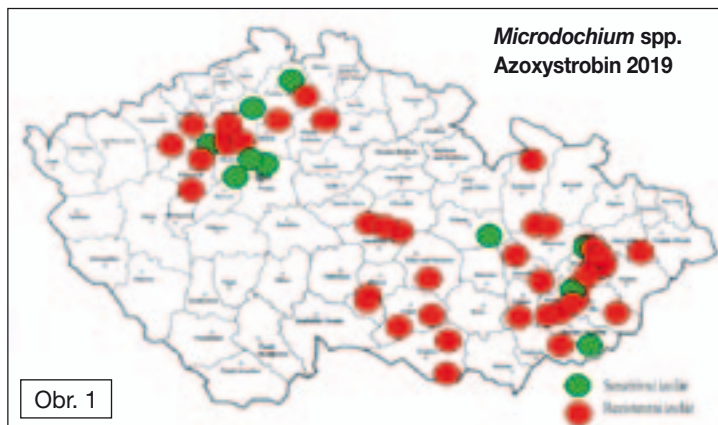
Pravidelný průzkum rezistence patogenů rostlin k fungicidně aktivním látkám je nutno považovat za základní opatření při zvládnutí tohoto vážného problému v praxi. Informace o vývoji a aktuálním stavu umožní aplikovat potřebná opatření, která ve svém důsledku mohou pomoci situaci úspěšně zvládnout. Ve společnosti Agrotest fyto, s.r.o. pomocí biotestu vyhodnocujeme úroveň rezistence jednotlivých izolátů k fungicidním látkám. V naší práci jsme se zaměřili na nejzávažnější a hojně se vyskytující druhy patogenů na území České republiky. Jedná se o skupinu původců listových skvrnitostí (braničnatka pšeničná - *Zymoseptoria tritici* a hnědá skvrnitost ječmene - *Pyrenophora teres*) a komplex chorob pat stébel (stéblolam - *Oculimacula* spp. a *Microdochium* spp., parazitující na stéblech a hojně i na listech obilnin). Pozornost zaměřujeme především na široce používané fungicidní látky ze skupin QoI, DMI a SDHI, u nichž existuje předpoklad možného rozšíření rezistence na našem území.

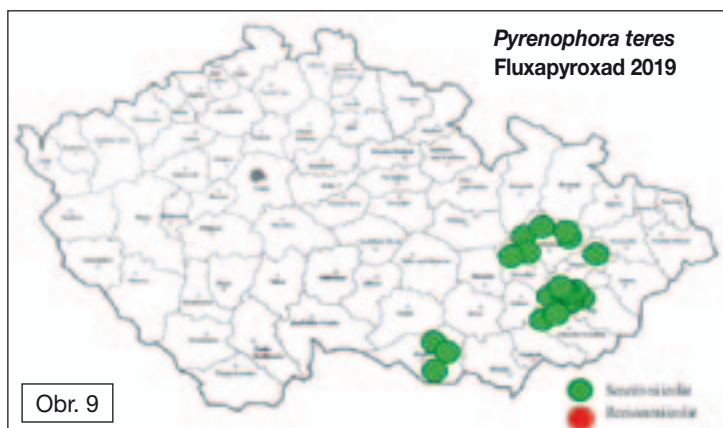
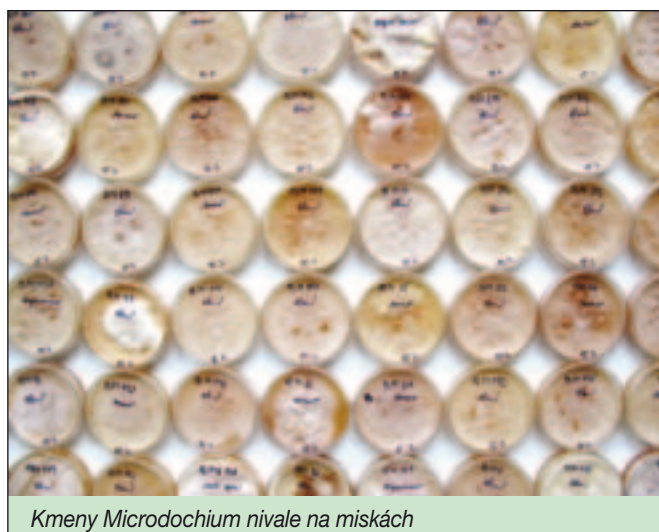
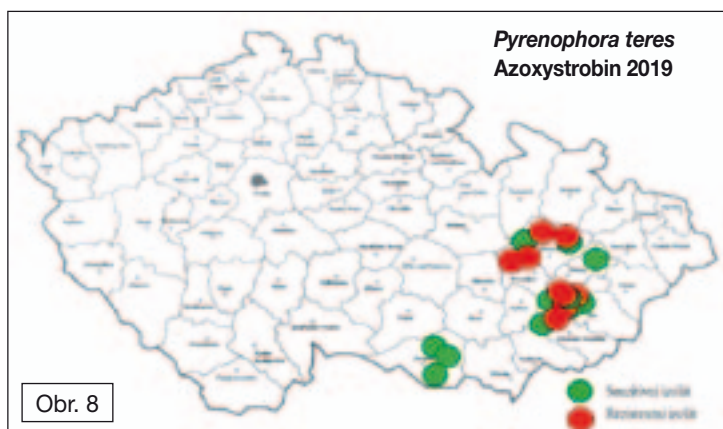
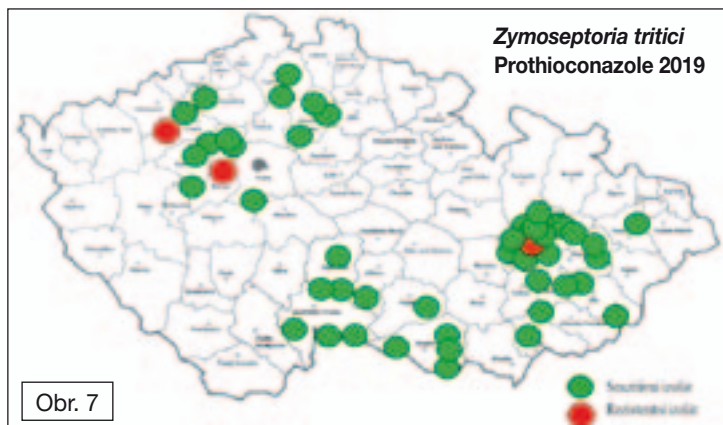
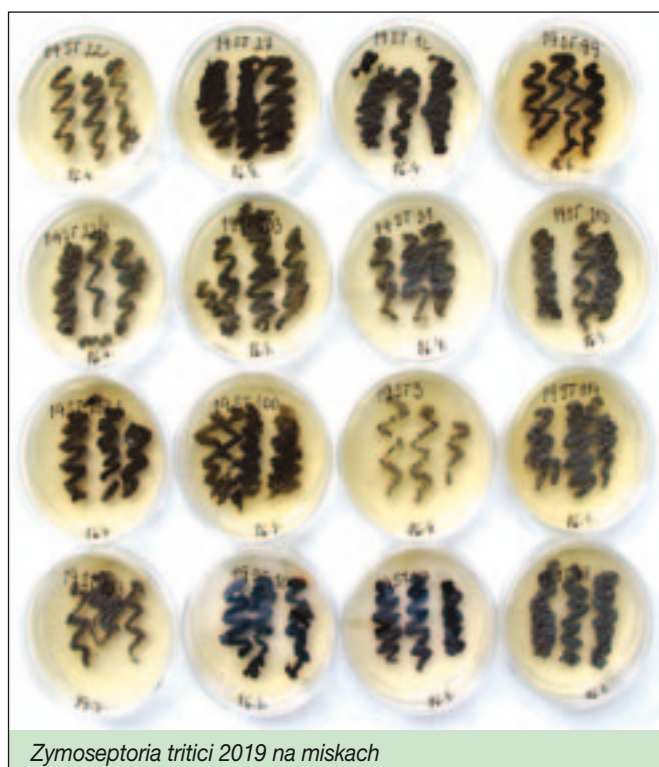
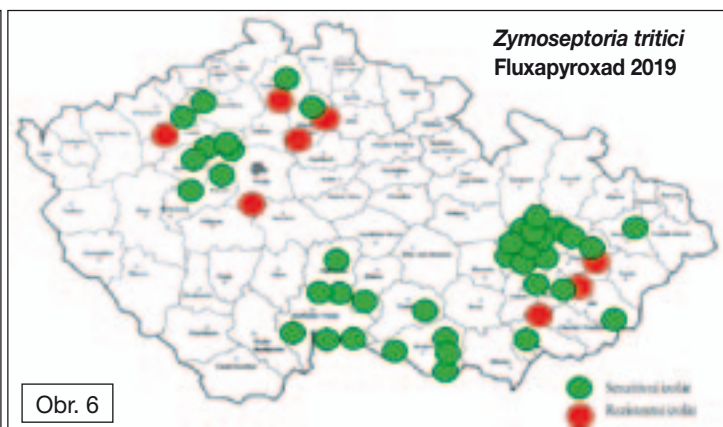
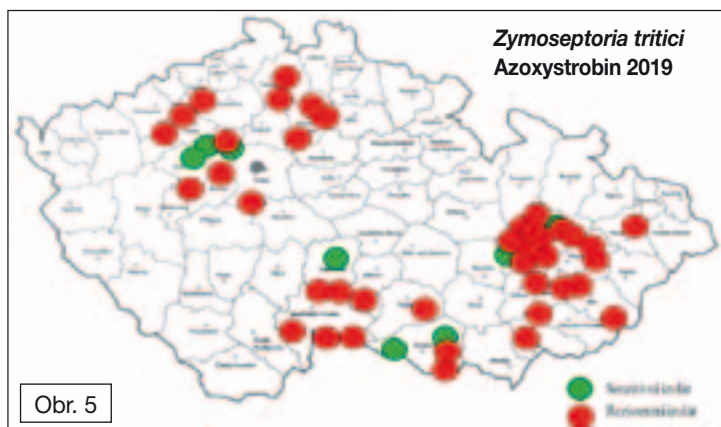
V roce 2019 bylo z provozních ploch nasbíráno celkově 154 izolátů následujících původců chorob obilnin: *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Pyrenophora teres*. Jednotlivé izoláty byly získány z rostlinného materiálu – pat stébel a listů pšenice a ječmene s příznaky chorob. Vlastní biotest provádíme *in vitro* na Petriho miskách s bramborovo-dextrozovým agarem a odstupňovanými dávkami fungicidních látek 0,0; 0,01; 0,1; 1,0 a 10,0 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Měříme průměr kolonií a pomocí probitové analýzy stanovujeme koncentrace, které způsobují potlačení růstu kolonií na polovinu (ED50) jako porovnávací kritérium. Byly testovány následující fungicidní látky: DMI prothioconazole (*Oculimacula* spp., *Microdochium* spp. a *Zymoseptoria tritici*), látka ze skupiny QoI: azoxystrobin a SDHI: fluxapyroxad (*Microdochium* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Pyrenophora teres*). Byly prokázány výskyty snížené citlivosti ke strobilurinovým fungicidům a jejich plošná lokalizace a to především u populací *Pyrenophora teres*, *Microdochium nivale* a *Zymoseptoria tritici* (Obr. 1–9). U ostatních fungicidů DMI a SDHI, byly také nalezeny izoláty se sníženou citlivostí u většiny prověřovaných druhů patogenních hub, ale s výrazně nižší četností zastoupením. Nicméně i to jsou významná zjištění a je nezbytné situaci bedlivě sledovat a zachytit případný nárůst rezistentní populace včas. Pouze u populace původce stéblolamu *O. yallundae* nebyly nalezeny žádné rezistentní izoláty k prothioconazolu a u *P. teres* jsme nenalezli rezistenci k fluxapyroxadu (Obr. 9).

Zdravotní stav ozimé řepky

Porosty ozimé řepky zaseté na podzim 2018 dobře vzešly a jejich vývoj díky příznivému průběhu počasí byl na většině Moravy bezproblémový.

Z pohledu aktuálně nejzávažnějších škůdců řepky byl na podzim 2018 lokálně zaznamenán výskyt **mšice broskvoňové** a **dřepčků**. Tyto výskyty však neznamenal významné nebezpečí pro založené a dobře vzešlé porosty. **Hraboši** se vyskytovali na řadě míst Moravy, ale jejich počty i míra poškození řepky nevybočovaly z obvyklých mezí a nic v této době nenaznačovalo populační explozi, která nastala na jaře 2019.





Z chorob se na podzim v řepkách vyskytlo jen lokální napadení starých listů **fomovou hnilobou** (*Phoma lingam*), ale míra napadení byla nízká. Vzhledem k dnes již rutinnímu používání fungicidů s morforegulačním účinkem pro zajištění jistoty přezimování, byla těmito fungicidy i kontrolována foma na listech proti přechodu na kořenové krčky.

V jarním období na počátku března byl zaznamenán nálet **stonkových krytonosců** do dobře přezimovaných řepok. Výskyt byl plošný, ale jen na několika lokalitách byl překročen práh škodlivosti. Převažoval krytonosec čtyřzubý nad krytonosem řepkovým, což je běžná situace na většině území Moravy. Celkově se dá zhodnotit nálet stonkových krytonosců jako slabý. Na řadě lokalit se proto s aplikací insekticidu čekalo až na nálet **blýskáčka řepkového**. K tomu došlo koncem dubna, kdy ale už řada porostů nakvétala. Výskyt brouků blýskáčka byl plošný, ale jen na některých lokalitách překročil prahové hodnoty. Celkově se dá říci, že výskyt škůdců byl v sezoně 2018/2019 v ozimé řepce nízký a to platí i o škůdcích vyskytujících se po odkvětu řepky a to pro **krytonosce šešulového a bejlomorku kapustovou**.

Přesto, že se podmínky pro výskyt houbových patogenů v řepce zdály být příznivé a to hlavně pro **hlízenku** (*Sclerotinia sclerotiorum*), tato choroba se v porostech téměř nevyskytla.

Totéž platí pro fomovou hnilobu a další méně významné choroby. Lokálně se ale vyskytlo extrémně silné napadení **padlím** (*Erysiphe cruciferarum*), které působilo ztráty na výnosech.

Poslední roky jsme svědky každoročního výskytu nějakého extrémního škodlivého jevu při pěstování polních plodin. V sezoně 2018/2019 to bylo jednoznačně kalamitní přemnožení **hrabošů**. To se postupně rozvinulo v jarním období a ozimá řepka sloužila jako zázemí pro hraboše, odkud se vydávali do sousedících obilovin a postupně se tam i většina kolonií přestěhovala. V řepce samotné hraboši z počátku jarní vegetace

výrazné škody nepůsobili. Nicméně po odkvětu řepky a jejím zrání, byly v porostech patrné předčasně zaschlé rostliny. Vypadalo to jako napadení stonků hlízenkou, ale byly to rostliny se slabšími stonky, které hraboši překousali a způsobili tak jejich předčasné zaschnutí.

Závěr

Šíře a význam problematiky udržení dobrého zdravotního stavu polních plodin, reakce nově povolených i rozšířených odrůd na hlavní patogenní organismy včetně vyhodnocování rezistence patogenů k pesticidům jsou naší dlouholetou odbornou náplní. Byly rovněž jedním z významných důvodů, proč jsme se před několika lety připojili ke Zkušební stanici Kluky spol. s r. o. a začali v oblasti Moravy provádět jejich pravidelná sledování. Poděkování patří všem, kteří nám dlouhodobě a často nezištně pomáhají tuto práci provádět. Zvláštní poděkování patří společnosti Dow AgroSciences, která významně podpořila plošné studie rezistencí k fungicidům.

Literatura

Horáková, V., Dvořáčková, O.: Seznam doporučených odrůd 2019 – obilniny. UKZUZ Brno, 2019, 201 stran.

/Recenzováno/

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci grantu NAZV QK1910041 a podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1118

Vliv aplikace biologicky transformované organické hmoty a biouhlu na výnosy a kvalitu obilovin

(Effect of biologically transformed organic matter and biochar application on the yield and cereals quality)

Sedláčková¹, I., Hambálková¹, M., Bílovský¹, J., Látal², O.

¹ Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

² Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Výzkumníků 267, Rapotín

Souhrn: Byl sledován vliv aplikace různých druhů exogenní organické hmoty a zlepšujících přípravků na výnos a kvalitu obilovin. Byly založeny maloparcelkové polní pokusy v lokalitě Kroměříž – Postoupky s dvaceti variantami aplikace organické hmoty. V roce 2018 byla na pokusech pěstována kukuřice na siláž a v roce 2019 ozimá pšenice. V průběhu vegetace byly odebrány vzorky rostlin na analýzu příjmu živin a po sklizni byl stanoven výnos a základní kvalitativní parametry relevantní pro jednotlivé plodiny. U většiny variant vedla aplikace organické hmoty a přípravků ke zvýšení výnosů a zlepšení kvalitativních parametrů. Nicméně zjištěné rozdíly mezi kontrolní variantou a variantami s aplikacemi nebyly statisticky významné.

Klíčová slova: exogenní organická hmota, biouhel, kukuřice, pšenice, výnos, kvalita

Abstract: The effect of application of exogenous organic matter and soil conditioners on the yield and cereal quality was studied. Small plot field trials with twenty treatments with exogenous organic matter application were established in Kroměříž – Postoupky locality. Maize for silage and winter wheat were grown in this trial in 2018 and 2019 respectively. The samples of plants were collected for analyse of intake of nutrients and the yield and qualitative parameters for each of crops were determined after the harvest. The application of organic matter and soil conditioners resulted in increase of the yield and improvement of qualitative parameters. Nevertheless, these differences between non-treated check and experimental treatments were not statistically significant.

Key Words: exogenous organic matter, biochar, maize, wheat, yield, quality

Úvod

Kvalita sklizených plodin závisí na mnoha faktorech. K nejdůležitějším patří odrůda, agrotechnika, klimatické podmínky a v neposlední řadě kvalita půdy. Nejde jen o zásobenost půdy živinami, ale také o fyzikální a chemické vlastnosti půdy jako jsou utuženost, objemová hmotnost půdy, retenční schopnost, z chemických pak pH a vodivost. Jako hlavní problém pro kvalitu půdy bývá uváděn nedostatek půdní organické hmoty (SOM). SOM je tvořena rostlinnými zbytky v různém stádiu rozkladu, mikroorganismy a jejich metabolity a huminovými sloučeninami. Organická hmota ovlivňuje a podporuje celý půdotvorný proces, slouží jako zdroj minerálních živin, podporuje rozvoj mikroedafonu (půdních mikroorganismů) a zlepšuje fyzikální a mechanicko-fyzikální vlastnosti půdy. V neporušených půdách existuje rovnováha mezi syntézou a dekompozicí SOM. V orných půdách dochází k rozbití půdních agregátů a tím k rychlé oxidaci SOM a následně k poklesu jejího obsahu. Pro zvýšení obsahu SOM jsou doporučovány např. bezorebné postupy, použití vhodných osevních sledů, zelené hnojení, nebo použití různých druhů exogenní organické hmoty (EOM) jako jsou čistírenské kaly, komposty, digestáty, statková hnojiva a další. EOM je definována jako „veškerý organický materiál, který je navrácen do půdy pro potřebu růstu rostlin, zlepšení kvality půdy a obnovu půdy pro další použití“ (Malý, 2015). Obecně platí, že aplikace EOM může vést ke zlepšení půdní úrodnosti, pokud je vhodně použita s ohledem na místní klimatické podmínky. Vlastnosti EOM značně závisí na vlastnostech výchozích surovin. Důležitý je poměr C:N, obsah fosforu a chemická struktura jednotlivých složek daného materiálu. Bezpečná aplikace EOM na zemědělskou půdu vyžaduje přísnou kontrolu možných kontaminujících látek v ní obsažených (Malý, 2015).

Ke zlepšujícím půdním prostředkům mohou patřit biostimulátory, jako je např. NeOsol. Tento přípravek na bázi dolomitického vápence, organických látek a rostlinného pojiva obsahuje vápník a hořčík, ovlivňuje příznivě půdní strukturu, stimuluje její biologickou aktivitu a dodává látky nezbytné pro správnou funkci humusové vrstvy. Porosty po jeho aplikaci rychleji zakořeňují a vzházejí, mají bohatší kořenový systém a porost je vyrovnanější. V konečném důsledku jeho aplikace zlepšuje i vodní režim, snižuje eroze a přináší jednodušší zpracování půdy.

Jiným typem zlepšujícího přípravku je bentonit. Jedná se o jílovitou horninu s velmi dobrou sorpční vlastností a vysokou schopností měnit kationty. V zemědělství se používá pro zúrodnování lehkých písčitých půd k zadržování vody a živin a k jejich postupnému uvolňování. Aplikuje se také společně s hnojem nebo kompostem (EL-Naka, 2015).

Dalším materiálem vhodným pro obohacení půdy je biouhel. Jde o zuhelnatělou biomasu, která se vyrábí pyrolýzou (termo-chemickým procesem působením vysokých teplot bez přítomnosti kyslíku) z materiálů jako je dřevo, listí, sláma, odpady biologického původu nebo jiné materiály rostlinného nebo živočišného původu. Je to porézní, pomalu se rozkládající materiál. Biouhel napomáhá půdě lépe zadržovat a propouštět vzduch i zadržovat vodu a živiny, které jsou v ní rozpuštěné. Váže také minerální látky a tím usnadňuje přístup půdním mikroorganismům k těmto látkám. Biouhel se používá přímo jako přísada do půdy nebo se může přidávat do kompostu pro zlepšení procesu kompostování a zkvalitnění výsledného produktu. Při přímém přidávání do půdy je dobré nejdříve biouhel nasýtit hnojivem. Díky nasycení živinami nedojde k dočasnému odčerpání živin z půdy do biouhlu, navíc živiny se pomalu z biouhlu uvolňují a nehrozí jednorázové předávkování.

Tab. 1: Varianty pokusu, datum jejich založení a přehled hlavních aplikací

Varianta		Aplikace - podzim 2014	Aplikace - podzim 2017
1	Hnůj ošetřen Z'fix	50 t/ha	50 t/ha
2	Hnůj ošetřen Z'fix + PRP SOL/NeOsol	50 t/ha + 200 kg PRP SOL/ha	50 t/ha + 150 kg NeOsol/ha
3	Hnůj	50 t/ha	50 t/ha
4	Hnůj + PRP SOL/NeOsol	50 t/ha + 200 kg PRP SOL/ha	50 t/ha + 150 kg NeOsol/ha
5	PRP SOL/NeOsol	200 kg PRP SOL/ha	150 kg/ha
6	Kontrola	-	-
7	Hnůj + biouhel	50 t/ha + 15 t/ha	50 t/ha
8	Biouhel	15 t/ha	-
9	Hnůj + bentonit	50 t/ha + 3 t/ha	50 t/ha + 3 t/ha
10	Bentonit	3 t/ha	3 t/ha
11	Cukrovarské kaly	20 t/ha	20 t/ha
12	NeOsol	150 kg/ha (podzim 2016)	150 kg/ha
13	Kompost	-	50 t/ha
14	Kompost	-	100 t/ha
15	Biouhel	-	30 t/ha
16	Biouhel	-	45 t/ha
17	Biouhel	-	60 t/ha
18	Biouhel	-	15 t/ha
19	Hnůj	-	50 t/ha
20	Separát	-	40 t/ha

Tab. 2: Výnos a kvalita kukuřice - sklizeň rostlin na siláž, 2018

Varianta		P	K	Ca	Mg	NL	Škrob	Vláknina	Popel	Výnos suché hmoty
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(t/ha)
1	hnůj ošetřen Z'fix	0,16	0,78	0,18	0,13	6,9	28,5	19,6	3,85	24,7
2	hnůj s Z fix + NeOsol	0,13	0,75	0,17	0,12	6,3	35,0	17,5	3,63	18,4
3	hnůj	0,13	0,70	0,21	0,13	6,2	32,4	17,3	3,11	21,5
4	hnůj + NeOsol	0,17	0,81	0,16	0,11	6,9	34,4	16,9	3,28	15,7
5	NeOsol	0,14	0,75	0,18	0,12	5,9	32,2	19,7	3,30	15,7
6	kontrola	0,18	0,77	0,20	0,13	6,1	28,3	20,9	3,42	18,0
7	hnůj + biouhel	0,16	0,74	0,16	0,11	6,1	34,1	18,4	3,13	16,4
8	biouhel 15 t/ha	0,16	0,68	0,19	0,12	6,6	30,1	19,0	3,16	19,3
9	hnůj + bentonit	0,13	0,59	0,11	0,10	6,2	36,4	17,9	2,49	21,1
10	bentonit	0,16	0,68	0,18	0,13	5,2	30,0	19,2	3,36	14,9
11	cukrovarské kaly	0,17	0,71	0,18	0,13	5,4	32,3	19,5	3,05	17,2
12	NeOsol	0,18	0,66	0,16	0,12	6,7	32,7	16,3	3,35	26,9
13	kompost 50 t/ha	0,16	0,75	0,15	0,11	6,8	31,8	18,2	3,28	19,9
14	kompost 100 t/ha	0,13	0,71	0,19	0,12	6,2	30,4	19,3	2,76	18,7
15	biouhel 30 t/ha	0,14	0,61	0,17	0,12	5,9	33,5	17,4	3,31	19,5
16	biouhel 45 t/ha	0,14	0,65	0,16	0,12	6,7	29,3	18,0	3,37	23,9
17	biouhel 60 t/ha	0,14	0,70	0,18	0,13	6,2	30,0	18,9	3,31	22,7
18	biouhel 15 t/ha	0,15	0,65	0,15	0,12	6,4	34,6	17,9	2,77	17,8
19	hnůj	0,14	0,69	0,21	0,11	6,0	30,9	18,5	3,06	19,0
20	separát	0,15	0,65	0,15	0,12	5,9	34,3	18,5	3,00	18,4

Digestát je fermentační zbytek po anaerobní digesti vstupních materiálů při výrobě bioplynu v bioplynové stanici.

Může být následně mechanicky separován a vzniká tak pevná část, takzvaný separát a kapalná část, takzvaný fugát. Všechny tři formy (digestát, separát, fugát) mohou být využívány jako organické hnojivo. Aplikace fugátu má efekt na výnos srovnatelný jako při využití minerálních hnojiv, zatímco separát dodává půdě organické látky, podobnější účinkům hnoje. Separát také oproti digestátu dodává do půdy dvakrát více fosforu a hořčíku. Navíc jej lze využít jako podestýlku, nebo pro výrobu kompostu a dalších substrátů. Digestát a fugát jsou hnojivem s rychle uvolnitelným dusíkem (až z 60 % využitelný), s poměrem C:N < 10. Separát je naopak hnojivem s pomalu uvolnitelným dusíkem (z cca 30 % využitelný) a poměrem C:N > 10.

Z'Fix je aktivátor biologické transformace statkových hnojiv, jedná se o granulát na bázi vápenatých a hořečnatých uhličitů s příměsí makro- a mikroprvků, určený k regulaci kvasných procesů ve statkových hnojivech a kompostech. Používá se ke zvýšení welfare zvířat a ke zhodnocení živinového potenciálu statkových hnojiv.

Cílem tohoto článku není sledovat změny vlastností půd po aplikaci EOM, ale jejich vliv na výnos a kvalitu produkce. Kukuřice je v podmínkách ČR jednou z nejvýznamnějších polních plodin. Většina kukuřice se pěstuje ke krmeným účelům (siláž, zrno). Kukuřice patří k nejlepším silážním rostlinám a slouží jako energetická složka výživy skotu, tvoří základní součást jeho krmených dávek. Z hlediska výživné hodnoty je kukuřice složitou plodinou. Složení a podíly palic a zbytku rostliny jsou dány geneticky, ale jsou ovlivněny také průběhem počasí, agrotechnikou, způsobem sklizně a v neposlední řadě také půdními podmínkami a výživou. Pšenice má v naší republice dominantní postavení ve struktuře plodin, pěstovaných na orné

půdě. I když se velká část vypěstované pšenice také zkrmuje, hlavním užitkovým směrem je její potravinářské využití. Dosažení dobré kvality pro pekárenské zpracování s sebou nese nejen výběr správné odrůdy, ale klade také vyšší nároky na půdní úrodnost a hnojení (Prugar, 2008).

Materiál a metody

Pro studium vlivu aplikace EOM a zlepšujících přípravků na výnos a kvalitu pěstovaných obilovin byly na pracovišti Agrotestu fyto, s.r.o. v lokalitě Postoupky (202 m n. m., půdní typ kambizem luvická, druh písčitohlinitá půda) založeny maloparcelkové polní pokusy s 20 variantami EOM, aktivátorů biologické transformace organické hmoty statkových hnojiv a pomocných půdních látek (Tabulka 1). Aplikace EOM a pomocných půdních látek byly provedeny na podzim 2017. Velikost jednotlivých pokusných parcel byla 10 x 30 m, 1/3 výměry sloužila k odběrům vzorků a 2/3 ke stanovení výnosu. Část pokusu, varianty 1 až 11, byla založena již v roce 2014 a v roce 2016 rozšířena o variantu 12. Aplikace pomocné půdní látky PRP SOL (od roku 2016 NeOsol), cukrovarských kalů a bentonitu byla provedena každoročně. Každá varianta byla hnojena potřebným množstvím živin pro danou plodinu.

V roce 2018 byl založen pokus s kukuřicí na siláž odrůdy Lavena. Pokus byl vyset 9. května 2018, ošetřen proti plevelům herbicidním přípravkem MaisTer power (1,5 l/ha). Ve třech růstových stádiích (vývoj listů – BBCH 16 (12. 6. 2018), kvetení – BBCH 63 (23. 7. 2018), zrání – BBCH 85 (27. 8. 2018)) byly odebrány vzorky rostlin pro stanovení příjmu živin a výšky rostlin. Dusík byl stanovován Dumasovou spalovací metodou, fosfor spektrofotometricky, vápník a hořčík plamenovou atomovou absorpční spektrofotometrií a draslík atomovou emisí

spektrofotometrií. Pokus byl sklizen ve stádiu voskové zralosti. Ve vzorcích ze sklizně byly stanoveny kvalitativní parametry: sušina gravimetricky, škrob polarimetrickou metodou podle Ewerse, dusíkaté látky (NL) Dumasovou spalovací metodou, vláknina gravimetricky po oxidativní hydrolýze a popel spalováním. Výsledky byly vyjádřeny v hmotnostních procentech sušiny.

Na podzim 2018 byl založen pokus s ozimou pšenicí Proteus. Pokus byl vyset 6. 11. 2018, aplikace LAV – regenerační (26. 2. 2019, 150 kg/ha), produkční (29. 3. 2019, 200 kg/ha), aplikace herbicidu Mustang forte (0,8 l/ha). V růstových fázích BBCH 21 (27. 3. 2019), BBCH 61 (10. 6. 2019) a BBCH 89 (2. 8. 2019) byly odebrány vzorky na stanovení makroprvků. Sklizeň proběhla 2.8.2019, byl vyhodnocen výnos zrna a slámy. U sklizených vzorků zrna byly analyzovány kvalitativní parametry pšenice dané normou ČSN 461100-2, a to objemová hmotnost (OH) podle normy ČSN EN ISO 7971-3, obsah dusíkatých látek v sušině (NL) podle ICC č. 167, číslo poklesu (FN) podle ČSN EN ISO 3093 a sedimentační index – Zelenyho test (SEDI) podle ČSN EN ISO 5529. Dále byly u vzorků zrna i slámy stanoveny makroprvky metodami uvedenými výše.

Výsledky a diskuze

Kukuřice

Ve třech růstových stádiích byly hodnoceny **výšky porostů** a byly odebrány vzorky rostlin pro stanovení makroprvků. Při prvním odběru v BBCH 16 byly největší průměrné výšky porostů zaznamenány u variant 14 (95,7 cm), 4 (89,6 cm) a 1 (88,9 cm), nejnižší pak u varianty 8 (70,3 cm). U varianty 14, 1 a 4 byly nejvyšší i při druhém hodnocení. Při posledním hodnocení byla nejvyšší varianta 1 (287,8 cm), varianta 12 a 17 (279,3 cm a 279,1 cm). Tyto tři varianty měly také nejvyšší **výnosy suché hmoty**: varianta 12 - 26,9 t/ha, 1 - 24,7 t/ha, 17 - 22,7 t/ha.

Při jednotlivých odběrech byly hodnoty fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku u kontrolní varianty nižší než průměry souboru výsledků všech variant. Obsahy dusíku byly u všech odběrů u kontrolní varianty průměrné, vyšší obsahy byly zaznamenány u většiny variant s hnojem a u varianty 8, nejnižší u varianty 10 s bentonitem.

U kukuřice byly stanoveny parametry, podmiňující kvalitu siláží. Nejdůležitějším parametrem při sklizni kukuřice je výnos stravitelné energie a vysoký výnos stravitelných organických živin. Průměrný **obsah NL** byl 6,2 %. Nejvyšší hodnoty 6,9 % bylo dosaženo u variant 1 (hnůj + Z fix) a 4 (hnůj + N sol). Nejnižší hodnoty byly nalezeny u varianty č. 10 (bentonit) 5,2 % a varianty č. 11 (kaly) 5,4 %. **Obsah škrobu** se pohyboval od 28,3 % (u kontrolní varianty) do 36,4 % (varianta č. 9 – hnůj s bentonitem). Nejnižší **obsah hrubé vlákniny** byl stanoven u varianty č. 12, a to 16,3 %. U této varianty byl také zjištěn vysoký obsah NL (6,7 %), vyšší obsah škrobu (32,7 %) a nejvyšší výnos suché hmoty (26,9 t/ha). Nízký obsah hrubé vlákniny 16,9 % byl stanoven také u varianty č. 4 s vysokým obsahem NL a škrobu (34,4 %). Naopak nejvyšší obsah vlákniny (20,9 %) byl u kontrolní varianty, u které byl zjištěn nejnižší obsah škrobu. V souboru výsledků byla prokázána záporná korelace obsahu škrobu a vlákniny a kladná korelace obsahu dusíkatých látek a výnosu suché hmoty. **Obsah popela** se pohyboval od 2,49 % do 3,85 %. V žádné variantě nepřekročil hodnotu 6 %, nad kterou se už považuje obsah popela za zvýšený, vedoucí ke snížení organické hmoty a zhoršení silážovatelnosti v důsledku vyššího obsahu pufrujících látek (Loučka, 2015). Nejnižší hodnota 2,49 % byla stanovena u varianty 9 (hnůj s bentonitem), u které

byly také nejnižší obsahy P, K, Ca Mg. Kvalitativní parametry, hodnoty prvků ve sklizňových vzorcích a výnos suché hmoty jsou uvedeny v tabulce 2.

Pšenice

Také u pšenice byly prováděny odběry rostlin během vegetace pro stanovení N, P, K, Ca, Mg. Při sklizni byl vyhodnocen výnos zrna a výnos slámy. Pokusy byly v roce 2019 částečně poničeny hraboši, plochy bez vegetace byly zohledněny a výnos byl přibližně dopočítán. Při prvním odběru rostlin v BBCH 16 byl nejvyšší obsah N a vysoké obsahy K a Mg zaznamenány u varianty 14, při dalších odběrech pak u této varianty byly zjištěny spíše nižší obsahy, v zrna pak vůbec nejnižší obsahy P a K a zároveň u této varianty byl zjištěn nejvyšší **výnos zrna**. Vysoké výnosy pak byly u variant 18, 19 a 12. Naopak nejnižší výnos byl zaznamenán u varianty 11 (cukrovské kaly), u které byl zjištěn nejvyšší obsah N v zrna.

Obsah NL je jeden z nejdůležitějších parametrů kvality zrna pšenice. U všech variant byl splněn požadavek normy ČSN 461100-2 na kvalitu potravinářské pšenice 11,5 %. Průměrný obsah byl 15,0 %. Méně než 15,0 % byl obsah NL u všech variant s biouhlem, u varianty 16 (45 t/ha biouhlu) byla zjištěna nejnižší hodnota 13,8 % NL. Nejvyšší hodnoty byly nalezeny u variant 11 (kaly) a 12 (NeOsol) a to 15,9 % a 15,8 %. Vyšší hodnoty 15,7 % a 15,6 % byly také nalezeny u variant s hnojem 1, 7 a 4. S obsahem NL úzce souvisely výsledky **Zelenyho testu**, který je podmíněn množstvím a kvalitou lepkových bílkovin. Opět všechny vzorky splnily požadavek normy 30 ml. Nejnižší hodnoty byly stanoveny u variant s biouhlem. Varianta 16 a 17 měly hodnotu SEDI 38 ml. Nejvyšší hodnoty 56 ml bylo dosaženo u varianty 7 a vysoké hodnoty byly též u varianty 4 a variant 11 a 12. **Číslo poklesu** charakterizující stupeň aktivity α -amyláz je závislé hlavně na průběhu počasí, i když někteří autoři zjistili závislost na úrovni hnojení (Kindred, 2005; Litke, 2018). V našich variantách se pohybovalo od 297 s do 388 s. Nejvyšší hodnoty bylo dosaženo ve variantě 12. Parametr **objemová hmotnost** (OH) je ovlivněn také nejen odrůdou, ale i agrotechnikou. Vyšší objemová hmotnost ukazuje dobrou zralost zrna a vysoký obsah nutričních látek. V našem pokusu byla průměrná hodnota OH 73,5 kg/ha, žádný vzorek nesplnil požadavek normy 76,0 kg/hl. Vyšší objemové hmotnosti byly zjištěny u variant s hnojem a nejvyšší u varianty 4 a 2 (74,3 kg/hl a 74,0 kg/hl), ve kterých je hnůj kombinovaný NeOsolem a s NeOsolem a Z'fixem. Nejnižší objemová hmotnost 72,9 kg/hl byla u variant 8 (biouhel 15 t/ha) a 20 (digestát 100 t/ha). Výsledky kvalitativních parametrů, obsah makroprvků ve sklizeném zrna a výnos zrna jsou uvedeny v tabulce 3.

Závěr

Zjištěné rozdíly mezi kontrolní variantou a variantami s aplikacemi organické hmoty a dalších zlepšujících přípravků nebyly statisticky významné. Nejvyššího výnosu suché hmoty sklizené kukuřice bylo v roce 2018 dosaženo ve variantě 12 s aplikací 150 kg/ha NeOsolu, nejnižšího u varianty 10 s 3 t/ha bentonitu, u kontrolní varianty byl sedmý nejnižší výnos. V kontrolní variantě byl zjištěn nejnižší obsah škrobu, nejvyšší obsah vlákniny a vyšší popel. Vysoké obsahy škrobu a zároveň nižší obsah vlákniny měly obě varianty kombinující hnůj s NeOsolem a u varianty 4 byl také nejvyšší obsah NL. V roce 2019 byl výnos pšenice částečně zkreslen napadením pokusu hraboši. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo ve variantě 14 se 100 t kompostu/ha, nejnižšího u varianty 11 s 20 t cukrovských

Tab. 3: Výnos a kvalita zrna pšenice, sklizeň 2019

Varianta		P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	NL (%)	FN (s)	SEDI (ml)	OH (kg/hl)	Výnos (t/ha)
1	hnůj ošetřen Z'fix	0,38	0,35	0,04	0,11	15,7	355	46	73,6	8,44
2	hnůj s Z fix + NeOsol	0,39	0,35	0,03	0,11	15,3	357	47	74,0	11,40
3	hnůj	0,43	0,38	0,05	0,12	15,0	367	51	73,9	10,55
4	hnůj + NeOsol	0,41	0,37	0,04	0,11	15,6	260	54	74,3	10,49
5	NeOsol	0,39	0,37	0,04	0,10	14,7	356	49	73,5	11,11
6	kontrola	0,79	0,38	0,04	0,11	15,0	308	49	73,2	8,85
7	hnůj + biouhel	0,41	0,35	0,04	0,11	15,7	352	56	73,3	10,13
8	biouhel 15 t/ha	0,40	0,37	0,04	0,11	14,8	356	46	72,9	8,75
9	hnůj + bentonit	0,38	0,34	0,04	0,11	15,0	330	49	73,3	11,18
10	bentonit	0,38	0,36	0,03	0,10	15,3	297	49	73,1	10,09
11	cukrovarské kaly	0,38	0,34	0,04	0,11	15,9	348	53	73,7	10,59
12	NeOsol	0,37	0,33	0,04	0,10	15,8	388	53	73,5	11,85
13	kompost 50 t/ha	0,38	0,35	0,04	0,11	14,9	344	47	73,4	10,90
14	kompost 100 t/ha	0,36	0,33	0,04	0,10	14,0	298	42	73,7	12,11
15	biouhel 30 t/ha	0,37	0,33	0,05	0,10	14,0	342	41	73,6	11,10
16	biouhel 45 t/ha	0,41	0,38	0,05	0,11	13,8	357	38	73,1	10,14
17	biouhel 60 t/ha	0,39	0,37	0,05	0,11	13,9	323	38	73,6	11,35
18	biouhel 15 t/ha	0,37	0,35	0,05	0,10	14,8	322	42	73,4	11,92
19	hnůj	0,38	0,33	0,05	0,10	15,2	326	44	73,9	11,93
20	separát	0,36	0,35	0,05	0,10	15,2	308	44	72,9	10,66

NL - obsah bílkovin v sušině, FN - číslo poklesu, SEDI - sedimentační test, OH - objemová hmotnost

kalů/ha. U kontrolní varianty byl výnos třetí nejnižší. Kvalita sklizené pšenice odpovídá charakteru ročníku - zrno pšenice ze sklizně 2019 má obecně nižší objemovou hmotnost a vyšší obsah bílkovin, na čemž se podepsalo zejména sucho v období plnění zrna. Z tohoto pohledu se aplikace organické hmoty projevila příznivě. Nejvyšší OH měly obě varianty s aplikací NeOsolu v kombinaci s hnojem.

Poděkování a dedikace

Výsledky byly získány a zpracovány za podpory řešení projektu TAČR TH02030169.

/Recenzováno/

Použitá literatura

EL-Naka E.A., Moussa K.F., Sayed A.M. (2015): Synergistic Effect of Some Soil Amendments on the Physical Properties and Wheat Productivity of Sandy Soils. International Journal of ChemTech

Research. CODEN(USA): IJCRGG ISSN: 0974-4290, Vol.8, No.4, pp 2164-2188

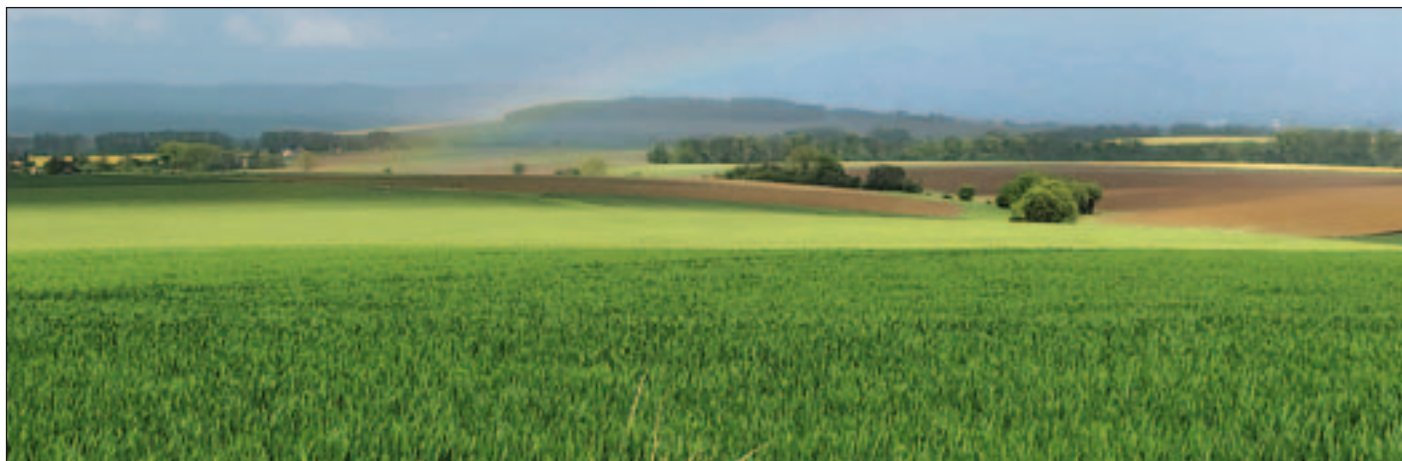
Kindred D.R., Gooding M. J., Ellis R.H. (2005): Nitrogen fertilizer and seed rate effects on Hagberg falling number of hybrid wheats and their parents are associated with α -amylase activity, grain cavity size and dormancy. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 727-742. DOI: 10.1002/jsfa.2025

Litke L., Gaile Z., Ruža A. (2018): Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. Agronomy Research 16(2), 500-509. <https://doi.org/10.15159/AR.18.064>

Loučka R., Lang J., Jambor V., Tyrolová Y., Nedělník J., Třináctý J., Kučera J. (2015): Kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž. Uplatněná certifikovaná metodika 29/15. ISBN 978-80-88000-05-1

Malý S., Siebielec G. (2015): Testování exogenní organické hmoty pro bezpečnou aplikaci na půdu. ÚKZÚZ Brno, p 135.

Prugar J. a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha, p 327, ISBN 978-80-86576-28-2.



Srovnání vybraných parametrů sladovnické jakosti v genofondu ozimého ječmene

*(The comparison of chosen characters of malting quality index
in the collection of winter barley genetic resources)*

Nesvadba Z., Leišová-Svobodová L.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně

Souhrn: Kolekce genetických zdrojů ječmene ozimého (*Hordeum L.*) je každoročně rozšiřována o nové položky. Cílem této studie bylo vyhodnotit 14 nových odrůd ozimého ječmene s potenciálem sladovnické kvality podle biologických a hospodářských znaků. Odrůdy byly testovány v polních podmínkách ve tříletých školkách základního hodnocení. Po sklizni zrna bylo v průběhu 2 let provedeno sladování a byly analyzovány vybrané znaky ukazatele sladovnické jakosti. Shluková analýza vypočtená na základě dat analýzy mikrosatelitů rozdělila 56 studovaných genotypů do čtyř skupin. Výsledky ukazují na široký genepool ozimých odrůd ječmene s potencionálním využitím ve sladovnictví.

Klíčová slova: genetické zdroje, ozimý ječmen, biologické a hospodářské znaky, sladovnická jakost, analýza mikrosatelitů

Abstract: New accessions are included into the collection of winter barley (*Hordeum L.*) genetic resources every year. The objective of the present study was the evaluation of 14 new cultivars of winter barley genetic resources with potential of malting quality according to biological and agronomic characters. These characters are used for basic description of the different genotypes in the collection in the field trials during three years. After harvest of grain were analyzed during 2 years chosen characters of malting quality index. Cluster analysis based on data of microsatellite analysis divided 56 selected genotypes into four groups. Results pointed at a wide genepool of winter barley varieties with potential use in malting.

Key Words: genetic resources, winter barley, biological and agronomic characters, malting quality, microsatellite analysis

Úvod

V kolekci ozimého ječmene vedené na pracovišti Genové banky v Praze – Ruzyni bylo k datu 31. 10. 2018 evidováno v IS GRIN Czech 2126 aktivních položek ozimého ječmene. Z tohoto počtu je 1710 genetických zdrojů víceřadého ječmene (80,4 %) a 416 položek dvouřadého ječmene (19,6 %). U zbývajících počtu vzorků není uvedena řadovost klasu.

Přestože se ozimý ječmen ve většině zemí světa standardně nevyužívá pro výrobu sladu a piva, i tak se již delší dobu objevují snahy o vyšlechtění odrůd ozimého ječmene vhodných pro tyto účely. Jedním z důvodů je to, že ozimý ječmen má schopnost dát až o 40 % vyšší výnos než jarní ječmen. Díky prodloužené vegetační době nashromáždí ozimé formy mnohem více biomasy a vyprodukují více odnoží vedoucích k vyššímu počtu květků, vyššímu počtu zrn na klas a vyšší hmotnosti zrna. Dalšími důvody pro využití ozimého ječmene pro sladovnické účely jsou především podstatné z hlediska současných i budoucích potřeb spojených se vzrůstající lidskou populací a zvyšujícími se globálními nároky na potraviny a suroviny. Je to jednak v důsledku tlaku chorob, které tady před několika lety ještě neexistovaly a také obavy z negativních dopadů klimatických změn na zemědělskou produkci. Pokud se vyšlechtí a budou existovat odrůdy ozimého ječmene s vysokou sladovnickou kvalitou, tak tyto potom mohou stabilizovat potřeby trhu a zajistit flexibilitu v procesu konečného využití (Stockinger, 2012).

Důraz na existenci ozimých ječmenů, které mají vysokou sladovnickou jakost lze již vystopovat v práci rakouského botanika, genetika a šlechtitele Ericha von Tschermaka – Seysenegg, který začátkem 20. století vyšlechl raný, zimovzdorný dvouřadý ozimý ječmen – Tschermaks zweizeilige. Křížením dvouřadých jarních ječmenů z oblasti Hané a zimovzdorných dvouřadých a šestiřadých ječmenů a následným zpětným křížením vytvořil dvouřadé ozimé formy, které byly extrémně zimovzdorné. Díky kratšímu stéblu se vyznačovaly větší odolností k poléhání a obsah bílkovin se pohyboval v rozmezí 8–10 %, což bylo více než u linií jarních ječmenů pocházejících z Hané a také více než u ostatních

ozimých ječmenů. V roce 1933 dr. G. Bell z Plant Breeding Institute v Cambridge křížil odrůdu Tschermaks zweizeilige s odrůdou Spratt-Archer, jednou z nejvýznamnějších sladovnických odrůd jarního ječmene ve Velké Británii, což vedlo k vyšlechtění odrůdy Pioneer. Odrůda Pioneer znamenala významný pokrok ve šlechtění, protože se vyznačovala vysokou sladovnickou jakostí a tento znak byl přenesen do genetického pozadí dalších ozimých odrůd. O mnoho výrazněji se geny odrůdy Pioneer zapsaly do odrůdy jarního ječmene Proctor, která měla vynikající sladovnickou kvalitu a genetické kořeny v krajových odrůdách Velké Británie, Skandinávie a hanáckého regionu. Křížením odrůd Proctor x Pioneer byla vyšlechtěna odrůda Maris Otter s vynikající sladovnickou kvalitou, která byla poprvé popsána v roce 1965 v National Institute of Agricultural Botany (NIAB) a doporučena k pěstování v dalších letech ve Velké Británii. Šlechtění odrůd ozimých ječmenů s vyšší výnosovou úrovní a vhodných pro moderní sladovnické postupy ve Velké Británii pokračuje i nadále. Odrůda Maris Otter je stále preferována mnohými pivovarníky a do současné doby je nejúspěšnější odrůdou ozimého ječmene pro sladovnické využití (Stockinger, 2012).

V USA se možností produkce ozimých ječmenů vhodných pro sladování zabýval dr. J. Poehlman, šlechtitel ječmene a pšenice na Universitě v Missouri. V roce 1961 přeorientoval svůj šlechtitelský program ječmene z šestiřadého ozimého krmeného na dvouřadý ozimý sladovnický ječmen. Změna šlechtitelského programu byla výsledkem zájmu firmy Anheuser Bush Inc. o tvorbu dvouřadých sladovnických odrůd ječmene ozimého charakteru. V té době měl dr. Poehlman obrovský úspěch se šlechtěním šestiřadých ozimých ječmenů s vynikající zimovzdorností využitelných pro krmené účely, které byly uplatňovány v severních oblastech státu Missouri. První ozimý ječmen v USA, který lze považovat podle American Malting Barley Association, Inc. (AMBA) za sladovnický je odrůda Charles, kterou vyšlechl Dr. D. Obert z USDA Aberdeen, Idaho. Obert následně vyšlechl odrůdu Endeavor, jako další dvouřadý sladovnický ječmen. Obě odrůdy se vyznačují střední úrovní zimovzdornosti ve srovnání s jinými odrůdami ozimého ječmene (Obert et al., 2006, 2009). Šlechtitelské programy v USA

ve veřejných výzkumných institucích s cílem tvorby sladovnických ozimých ječmenů v současné době probíhají na Oregon State University (Prof. Patrick Hayes), USDA Aberdeen, Idaho (Dr. Gonghse Hu) a University of Minnesota (Prof. Kevin Smith).

Největší evropští producenti ozimého ječmene za rok 2016 – Německo, Francie a Velká Británie, kteří dohromady vyprodukovali celkem 19 819 tisíc tun ozimého ječmene, patří rovněž mezi největší vývozce sladu, avšak svou potřebu ječmene mohou také pokrýt plně ze své produkce jarního ječmene (<http://www.euromalt.be>).

Z jakého množství ozimého ječmene je nakonec opravdu vyroben slad není zřejmé. Francouzský katalog registrovaných odrůd GEVES (Variety and Seed Study and Control Group) například aktuálně uvádí 43 odrůd šestiřadého ozimého ječmene a 35 odrůd dvouřadého ozimého ječmene pro sladovnické využití a výrobu piva (http://cat.geves.info/Page_en/ListeNationale).

Využití ozimého ječmene v České republice je výrazně ovlivněno tradicí, kde se slad vyrábí z odrůd jarního ječmene, na což jsou navyklí zpracovatelé i zákazníci. Kvalitativní parametry, a to především v oblasti cytologického rozluštění nedosahují hodnot jarních ječmenů (Psota, 2001). Jak uvádí Chloupek (2008), týká se to zejména parametrů relativního extraktu, friability a obsahu beta-glukanů. Ozimý ječmen se v ČR k výrobě sladu nepoužíval. V roce 1999 byla zaregistrována odrůda Tiffany – první odrůda ozimého ječmene, která splňovala parametry sladovnické odrůdy. Velké uplatnění v praxi nenašla a v roce 2009 její registrace skončila. V téže roce byla zaregistrována dvouřadá odrůda ozimého ječmene Wintmalt (USJ 3,2). V následujících třech letech to byla jedna z nejvíce množných odrůd v ČR a požadovaná některými sladovny. Po raketovém vzestupu následoval v roce 2013 útlum a od roku 2014 se u nás již nemnoží. Na jaře 2015 byla zaregistrována další sladovnická odrůda KWS Ariane (USJ 3,6), kterou některé sladovny vykupují. Na jaře 2018 byla zaregistrována další sladovnická odrůda KWS Donau (USJ 3,2) (Psota et al., 2018).

Materiál a metody

Studovaný soubor 14 genetických zdrojů ozimého ječmene (10 kultivarů dvouřadých a 4 odrůdy víceřadé) byl pěstován ve tříletých školkách základního hodnocení v letech 2014–2016, 2015–2017 a 2016–2018 v polních podmínkách lokality Praha – Ruzyně na parcelách o velikosti 4,5 m² v jednom opakování standardními pěstebními postupy v režimu s nízkým uplatněním intenzifikačních zásahů (bez použití fungicidů a morforegulatorů). Předplodinou byl hrách polní. Výsev byl proveden bezesbytkovým secím strojem Oyord. Pokusná lokalita je zařazena do výrobní oblasti řepařské, typu řepařsko-pšeničného, s půdním typem degradovaná černozem. Oblast Praha-Ruzyně (340 m n. m.) má průměrný roční úhrn srážek 526 mm. Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu je 7,9 °C.

V průběhu vegetace byla prováděna hodnocení biologických a hospodářských znaků podle platného Klasifikátoru pro genus *Hordeum* L. (Lekeš et al., 1986). Úroveň projevu jednotlivých znaků byla hodnocena na stupnici 1–9, kde je 1 nejnižší a 9 nejvyšší úroveň daného znaku, vyjadřující průměrnou hodnotu znaku ve víceletém hodnocení. Sklizeň byla provedena maloparcelním kombajnem Wintersteiger, výnos byl přepočten na t/ha a procenticky srovnán s průměrem kontrolní odrůdy Sandra u dvouřadých ječmenů a k odrůdě Lester u víceřadých typů.

Sklizené zrna bylo přečištěno na laboratorní mlátičce, byla stanovena hmotnost tisíce zrn a metodou NIR byl stanoven obsah N látek a škrobu. Pro potřeby sladování bylo zrna vytříděno na síť 2,4 mm. Vzorky zrna byly předány firmě Agrotest fyto, s.r.o., kde bylo v letech 2015–2018 provedeno sladování a stanovení vybraných parametrů sladovnické jakosti (extrakt, relativní extrakt, Kolbachovo číslo, friabilita a obsah beta-glukanů) podle metodiky Basařová et al., (1992).

DNA vybraných 56 genetických zdrojů ozimého ječmene (odrůdy s deklarovanou sladovnickou kvalitou, šlechtitelské linie s potenciálem sladovnického využití a odrůdy využívané ve světě na sladování a vaření piva) byla extrahována z mladých listů klíčících rostlin ve fázi 2. listu metodou extrakce pomocí detergentu CTAB dle Saghai-Marrofa et al. (1984). Kvalita a koncentrace DNA byly ověřeny elektroforeticky v agarózovém gelu a spektrofotometricky. Pro posouzení míry variability studovaného souboru genotypů ječmene byla zvolena metoda analýzy mikrosatelitů. Bylo vybráno 43 mikrosatelitních lokusů a příslušných publikovaných primerových párů (Becker a Heun, 1995; Liu et al., 1996; Russel et al., 1997; Ramsay et al., 2000) tak, aby analýza pokrývala všechny chromozomy ječmene. PCR s fluorescenčně značenými primery byly prováděny podle optimalizovaného protokolu v cyklu SensoQuest Labcycler (Goettingen, Germany). Produkty PCR byly separovány elektroforeticky pomocí kapilární elektroforézy v přístroji ABI PRISM 3130 v multiplexovém uspořádání 4 reakcí a interního velikostního standardu LIZ500. Elektroforetogramy byly zpracovány v programu GeneMapper a poté v MS Excel do podoby tabulky alel. Data byla dále statisticky zpracována. Nejprve byly vypočteny genetické vzdálenosti a na základě matice nepodobnosti byla provedena shluková analýza v programu Darwin.

Výsledky a diskuze

K základním činnostem při práci s genetickými zdroji rostlin patří jejich hodnocení, které navazuje na jejich získávání, množení a dokumentaci pasportních dat. Základním cílem hodnocení je získání informací o genetických, biologických, agronomických a hospodářských znacích, které jsou významné pro uživatele genetických zdrojů a pro efektivní tvorbu a management kolekcí. Významnou součástí hodnocení kolekcí je charakterizace genetických zdrojů. Cílem je jednak jejich identifikace pomocí morfologických či jiných znaků, zejména ale využitím genetických markerů. V případě DNA markerů lze navíc posuzovat genetickou odlišnost mezi jednotlivými položkami a genetickou diverzitu v kolekci. Toho je možné využít při výběru nových genotypů do kolekce, jejich doporučování do hybridizačních programů a popřípadě k identifikaci některých genotypů v kolekci s uživatelsky významnými znaky (Holubec et al., 2015).



Tab. 1: Hodnocení vybraných biologických a hospodářských znaků genetických zdrojů ozimého ječmene

Odrůda	Přezimování	Datum metání	Padlí travní	Komplex list. skvrn.	Spála ječmene	Poléhání	Poč. plod. stébel	Výška	Plná zralost	Výnos	% ke K	HTZ
	(9-1)	od 1.1. (dny)	(9-1)	(9-1)	(9-1)	(9-1)	m ²	(cm)	od 1.1. (dny)	(t/ha)		(g)
KWS Joy	9	142	9	8	6	9	704	86	188	8,50	106,3	49,4
Talisman	8	139	9	7	9	9	660	89	185	9,00	112,6	51,3
Sayra	9	135	8	9	7	9	803	84	181	8,59	99,7	42,6
Etincel	9	137	8	9	8	8	455	91	180	9,35	91,8	38,7
Isocel	9	136	8	9	9	8	521	91	181	9,36	91,8	38,4
KWS Liga	9	144	9	9	9	9	555	85	185	9,28	107,7	49,7
KWS Ariane	9	143	9	9	9	9	769	82	184	9,90	114,8	47,9
KWS Scala	9	144	9	9	5	9	645	79	186	8,62	100,1	46,2
Cassiopee	8	139	9	9	8	9	628	73	179	7,51	82,7	43,4
Bagatel	9	146	8	8	8	9	464	77	183	7,45	89,6	34,9
Casino	8	135	7	8	9	8	532	84	174	7,76	110,5	35,8
Monroe	8	141	6	8	9	8	630	79	179	6,47	92,2	41,2
Maltesse	8	138	8	9	9	9	824	74	178	6,64	94,6	43,3
Atlantick	8	135	5	7	9	6	578	83	173	6,49	92,5	31,2
Průměr	9	140	8	8	8	9	626	83	181	8,21	99,1	42,4

Tab. 2: Korelační koeficienty mezi vybranými biologickými a hospodářskými znaky

	VD	V	PPS	P	PT	KLS	SJ	VZ	HTZ	NL	Š
VD											
V	-0,324										
PPS	-0,045	-0,329									
P	0,548*	-0,243	0,390								
PT	0,476	0,032	0,228	0,871**							
KLS	0,123	-0,157	0,176	0,476	0,492						
SJ	-0,302	0,090	-0,166	-0,348	-0,384	-0,225					
VZ	0,163	0,642*	-0,054	0,393	0,678**	0,397	-0,153				
HTZ	0,441	0,071	0,515	0,727**	0,773**	0,219	-0,254	0,511			
NL	0,042	-0,791**	-0,031	-0,180	-0,440	-0,175	0,327	-0,804**	-0,439		
Š	0,242	0,255	0,191	0,429	0,568*	0,404	-0,499	0,564*	0,649*	-0,512	

Pozn.: **VD** - vegetační doba od 1.1. do metání; **V** - výška rostlin; **PPS** - počet plodných stébel; **P** - poléhání; **PT** - padlí travní, $P^*=0,05$, $P^{**}=0,01$
KLS - komplex listových skvrnitostí; **SJ** - spála ječmene; **VZ** - výnos zrna; **HTZ** - hmotnost 1000 zrn; **NL** - dusíkaté látky; **Š** - škrob

Tab. 4: Korelační koeficienty mezi vybranými ukazateli sladovnické jakosti

	NL	Š	E	RE45	K	F	BGw
NL							
Š	-0,211						
E	-0,300	0,583**					
RE45	0,529**	-0,308	0,040				
K	0,189	0,343	0,667**	0,050			
F	-0,367*	0,006	0,334	0,088	0,215		
BGw	0,284	-0,466*	-0,611**	-0,050	-0,513**	-0,725**	

Pozn.: **NL** - dusíkaté látky; **Š** - škrob; **E** - extrakt sladu; **RE45** - relativní extrakt při 45°C, $P^*=0,05$, $P^{**}=0,01$
K - Kolbachovo číslo; **F** - friabilita; **BGw** - obsah beta-glukanů

Všechny testované odrůdy ve všech sledovaných letech bez problémů přezimovaly (Tab. 1) Z hlediska délky vegetační doby od 1. ledna do metání lze mezi rané genotypy zařadit odrůdy Sayra, Isocel, Casino a Atlantick (135 a 136 dnů). K pozdějším odrůdám patřily KWS Ariane, KWS Liga, KWS Scala a Bagatel, které metaly o 8 až 11 dní později než rané kultivary.

Další významnou charakteristikou bylo hodnocení zdravotního stavu jednotlivých genotypů, protože listové choroby ovlivňují

výnos, podíly na sítích, ale i obsah bílkovin. K původci padlí travního prokázala odolnost (hodnocení stupněm 9-8) většina genotypů. Odrůda Monroe byla středně odolná (6) a odrůda Atlantick byla hodnocena stupněm 5 jako méně odolná. V souboru byla nalezena statisticky vysoce průkazná kladná korelace ($r=0,871^{**}$) mezi odolností k padlí travnímu a poléháním (Tab. 2). Statisticky vysoce průkazná pozitivní korelace byla nalezena i mezi odolností k padlí travnímu a výnosem zrna ($r=0,678^{**}$) a také mezi odolností

k padlí travnímu a hmotností 1000 zrn ($r=0,773^{**}$), což koresponduje se sdělením Zimolka (2006). V odolnosti ke komplexu listových skvrnitostí ječmene (síťovitá skvrnitost – *Pyrenophora teres* a vřetenovitá hnědá skvrnitost – *Cochliobolus sativus*) byla většina položek hodnocena jako odolná, pouze odrůdy Talisman a Atlantick byly bonitovány jako středně odolné (7). V rezistenci ke spále ječmene (rhynchosporiová skvrnitost – *Rhynchosporium secalis*) byla odrůda KWS Scala hodnocena jako méně odolná (5) a odrůdy KWS Joy a Sayra jako středně odolné. Všechny ostatní se jevily jako odolné.

Ve znaku poléhání byla pouze odrůda Atlantick bodována stupněm 6 jako středně odolná. V souboru byla vypočtena statisticky vysoce průkazná kladná korelace mezi poléháním a hmotností 1000 zrn ($r=0,727^{**}$). Ve studovaném souboru byl průměrný počet produktivních stébel 626 ks/m². Nejvyšší počet klasů u dvouřadých forem byl zjištěn u odrůdy Maltesse (824) a naopak nejnižší počet klasů byl odpočten u odrůdy KWS Liga (555). U víceřadých forem byla nejvyšší hustota porostu u odrůdy Atlantick (578 klasů) a naopak nejnižší u odrůdy Etincel (455 klasů). Průměrná výška rostlin v daném souboru byla 83 cm. Nejkratší výška rostlin byla naměřena u odrůdy Cassiopee (73 cm) a podle klasifikátoru hodnocena jako nízká.

Střední výškou rostlin můžeme charakterizovat dvě odrůdy – Etincel a Isocel (shodně 91 cm). Ve znaku plná zralost od 1. ledna byla mezi nejranější odrůdou Atlantick a nejpozdnější odrůdou KWS Joy časová prodleva 15 dní.

Nejvýnosnější odrůdou byla v tříletém průměru dvouřadá odrůda KWS Ariane s produkcí 9,90 t/ha zrna. Naopak nejnižší výnos dosáhla dvouřadá odrůda Monroe (6,47 t/ha) a za ní velmi těsně víceřadá odrůda Atlantick (6,49 t/ha). Hmotnost 1000 zrn má přímý vztah ke třídění ječmene a vyšší hodnoty poukazují na vyšší podíl předního zrna. Velká zrna s větší hustotou mají obvykle větší hodnotu poměru endospermu k ostatním morfologickým (obalovým) částem zrna. Se stoupajícími hodnotami HTZ ječmene lze dosáhnout i při vyšším obsahu bílkovin (nad 11,5 %) dobré extraktivnosti sladu.

Toto kritérium je jedním z faktorů pro předpověď extraktu ječmene. Čím je slad lépe rozluštěn, tím je nižší jeho průměrná hmotnost 1000 zrn (Basařová et al., 1992). Průměrná hmotnost 1000 zrn v testovaném souboru byla 42,4 g. V rámci sledovaného souboru bylo rozpětí tohoto znaku od 31,2 g (Atlantick) až do 51,3 g u odrůdy Talisman.

Dusíkaté látky ječmene jsou důležitými nosiči biologických změn v průběhu výroby sladu a piva. Produkty štěpení bílkovin, které se vytvoří během klíčení při sladování ječmene, představují širokou škálu makropeptidů, polypeptidů, nižších peptidů a aminokyselin, které mají zásadní pozitivní i negativní technologický význam

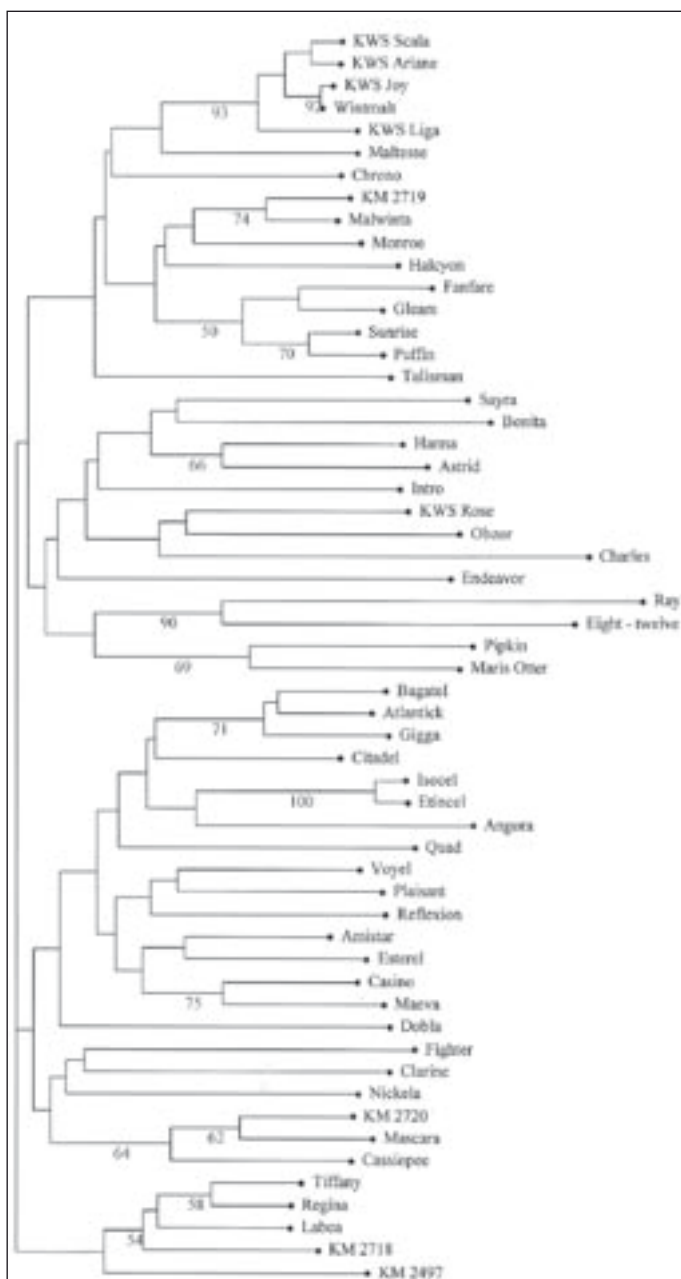
Tab. 3: Hodnocení vybraných ukazatelů sladovnické jakosti ozimého ječmene

Odrůda	Rok slado- vání	NL (%)	Škrob (%)	Extrakt (%)	Rel. extrakt (%)	Kolbachovo číslo (%)	Friabi- lita (%)	Beta- glukany (mg/l)
KWS Joy	2015	9,0	63,0	81,7	27,6	36,5	88,8	86
	2016	12,2	64,1	80,8	28,00	51,1	75,2	76
Talisman	2015	9,1	63,0	80,2	23,5	37,5	83,8	155
	2016	12,0	63,2	80,6	23,6	50,5	69,5	175
Sayra	2015	8,8	62,4	79,9	32,3	41,4	60,4	228
	2016	12,8	64,2	78,2	26,2	39,6	33,5	306
Etincel	2015	9,9	63,3	78,4	26,2	34,8	60,9	187
	2016	11,4	63,7	80,0	28,9	42,8	58,5	209
Isocel	2015	9,7	63,3	78,9	25,8	37,2	68,1	183
	2016	11,1	62,7	79,8	27,2	43,5	56,1	234
KWS Liga	2015	9,9	61,4	81,7	28,5	42,5	85,5	99
	2016	11,9	64,4	81,7	29,4	46,6	73,6	87
KWS Ariane	2015	10,5	62,9	80,6	28,8	47,0	90,4	74
	2016	11,7	63,0	82,4	29,1	51,8	79,3	67
KWS Scala	2015	9,4	64,5	82,3	31,8	46,1	92,2	48
	2016	11,6	63,1	82,3	30,2	47,0	81,1	23
Cassiopee	2016	12,5	64,8	82,3	29,9	36,9	66,2	184
	2017	11,2	61,9	77,2	29,7	35,2	75,5	144
Bagatel	2017	11,0	61,5	75,2	30,8	36,6	72,8	155
	2018	14,5	60,8	78,2	39,2	41,4	71,1	160
Casino	2017	9,6	61,0	75,0	24,8	35,0	74,2	225
	2018	13,4	60,2	77,8	30,7	36,5	57,5	421
Monroe	2017	11,2	63,9	77,3	29,7	34,7	75,7	196
	2018	13,1	62,2	80,5	40,4	41,8	79,8	85
Maltesse	2017	10,6	61,8	76,4	30,4	37,2	67,8	297
	2018	12,9	60,8	78,4	33,9	40,0	66,3	281
Atlantick	2017	10,5	61,4	75,9	26,1	35,8	76,4	204
	2018	13,3	60,6	77,6	31,9	39,1	67,5	337

v závislosti na svých fyzikálně-chemických vlastnostech ve zpracovatelnosti ječmene na slad, v technologii a kvalitě piva. Přispívají k plnosti chuti piva, podílejí se na pěnivosti a stabilitě pěny, působí jako tlumivé složky piva (Basařová a Paulů, 2015). Psota a Kosař (2002) uvádějí limitní hodnoty a váhy kvalitativních znaků zařazených do ukazatele sladovnické jakosti. Optimální hranici by ve znaku N-látky v zrnu ječmene (10,2–11,0 %) splnily v testovaném souboru jen 4 odrůdy – KWS Ariane (v roce 2015), Bagatel, Maltesse a Atlantick v roce 2017.

Škrob je základní organickou polysacharidovou sloučeninou ječmene (60–65 % sušiny). Skládá se z molekuly amylosy (20–25 %) a amylopektinu (75–80 %). Škrob má v ječmeni funkci rezervního polysacharidu a zásobárny živin pro klíček v době vývinu. Škrob je zpřístupněn pro působení amylolytických enzymů, ke kterému dochází v průběhu rmutování při přípravě mladiny (Basařová, 2015). Při analýze obsahu škrobu pomocí NIR byla zjištěna maximální hodnota 64,8 % u odrůdy Cassiopee a minimální hodnota 60,2 % u odrůdy Casino.

Pomocí korelační analýzy byly hodnoceny také vybrané parametry ukazatele sladovnické jakosti (Tab. 4). Byla zjištěna statisticky neprůkazná negativní korelace ($r=-0,211$) mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem škrobu v ječmeni. Hartman et al. (2010) ve své práci uvádí, že mezi těmito dvěma znaky je statisticky vysoce významná negativní korelace. A ke stejnému závěru dospěli i Hřivna et al. (2009). Extrakt sladu je nejen důležitým ekonomickým



Obr. 1: Dendrogram sestavený na základě matice nepodobnosti vypočtené pomocí koeficientů SM z výsledků analýzy mikrosatelitů; čísla u větví dendrogramu jsou reprezentací věrohodnosti a byly vypočteny pomocí bootstrapové analýzy

kritériem této suroviny, ale i předpokladem pozitivního vlivu na kvalitu finálního produktu. Ovlivňuje výsledky kvašení, chemické složení hotového piva i jeho organoleptické vlastnosti. Extrakt sladu je silně ovlivňován odrůdou stejně jako obsahem škrobu a dusíkatých látek (Basařová a Paulů, 2015). Optimální hranici 83 % nedosáhla žádná z testovaných odrůd, ale nepřijatelnou hranici 81,5 % nepřekročily odrůdy KWS Joy, KWS Liga, KWS Ariane, KWS Scala a Cassiopee.

Statisticky vysoce průkazná pozitivní korelace byla nalezena mezi extraktem a Kolbachovým číslem ($r=0,667^{**}$). Ke stejným závěrům dospěli i Kosař et al. (1997) a Špunarová a Prokeš (1998). Statisticky vysoce průkazná negativní korelace byla vypočtena mezi extraktem v sušině sladu a obsahem beta-glukanů ($r=-0,611^{**}$). U znaku relativní extrakt dosáhla optimální hranice (40–48 %) pouze odrůda Monroe. Všechny ostatní kultivary měly podlimitní hodnoty. Kolbachovo číslo vyjadřuje nepřímo aktivitu proteolytických

enzymů. Optimální hranice (42–48 %) dosáhly ve studované kolekci ozimých ječmenů odrůdy Etincel, Isocel, KWS Liga, KWS Ariane a KWS Scala. Korelační analýzou byl zjištěn negativní statisticky vysoce průkazný vztah mezi hodnotou Kolbachova čísla a obsahem beta-glukanů ($r=-0,513^{**}$). Friabilita, nebo-li křehkost, představuje schopnost sladu se rozdrobit. Charakterizuje úroveň rozluštění (modifikace) zejména buněčných stěn a bílkovin (Psota et al., 2018). Optimální hranici 86 % překonala pouze odrůda KWS Joy. Všechny ostatní genotypy dosáhly podlimitních hodnot. Beta-glukany ovlivňují průběh sčezování a filtraci sladin a jsou důležitým ekonomickým ukazatelem výroby piva. Optimální hranici 100 mg/l nepřekročily v obou letech hodnocení odrůdy KWS Joy, KWS Liga, KWS Ariane, KWS Scala a Monroe v roce 2018. Statisticky vysoce průkazná negativní korelace byla vypočtena mezi friabilitou a obsahem beta-glukanů ($r=-0,725^{**}$).

Shlukovou analýzou výsledků mikrosatelitní analýzy byly ve studovaném souboru 56 odrůd ozimého ječmene s potenciálem sladovnické kvality identifikovány 4 skupiny odrůd (Obr. 1). V první skupině se vyskytují odrůdy ozimé sladovnické KWS Ariane a Wintmalt a řada jim geneticky podobných. Do druhé skupiny byly zařazeny ozimé sladovnické odrůdy Charles, Endeavor a Maris Otter a řada dalších studovaných odrůd. Třetí skupina je značně početná, zahrnuje odrůdy jako Isocel a Etincel, které jsou pravděpodobně sesterskými liniemi. Poslední skupina je nepočetná a je v ní zařazena odrůda Tiffany a čtyři další jí geneticky podobné odrůdy. Sesterská linie Regina, která vznikla křížením odrůd Labea x Marinka. Kroměřížská novošlechtění KM 2718 a KM 2497 mají v pedigree jako jednoho z rodičů odrůdu Tiffany. Z výsledků vyplývá značná míra variability a široký genepool šlechtěných odrůd.

Závěr

Pro udržitelnost produkce kvalitního sladu a zachování konkurenceschopnosti na mezinárodních trzích je klíčové zachovat udržitelnou produkci sladovnického ječmene. Sezónní problémy, zejména sucho, v mnoha částech Evropy má za následek jak snížení výnosu, tak i snížení kvality zvýšením obsahu dusíkatých látek. Tyto problémy jsou v podmínkách České republiky nejvýraznější v tradičních oblastech pěstování sladovnického ječmene, jako je Haná a Polabí. Výhledy budoucího vývoje klimatu se dosti liší, vesměs ale mají jeden společný očekávaný jev, a to je zvýšení pravděpodobnosti výskytu extrémů, jako jsou např. suché a velmi teplé sezóny. Jarní sladovnický ječmen jako plodina s krátkou vegetační dobou a malým kořenovým systémem těmito klimatickými změnami bude výrazně postižen, přičemž již dnes je považován za rizikovou plodinu. Proto se dá předpokládat, že v souvislosti se změnami klimatu začne narůstat využívání ozimých odrůd ječmene pro sladovnické využití. Získané poznatky a hodnocené genetické zdroje ozimého ječmene budou využity při řešení nového projektu „Strategie minimalizace dopadu sucha na udržitelnou produkci a sladovnickou kvalitu ječmene“ (QK1910197), který byl doporučen k podpoře a je financován v rámci VS MZe, ZEMĚ pro období 2019–2023 a kde VÚRV, v.v.i. je koordinátorem tohoto projektu.

Poděkování

Článek byl zpracován v rámci řešení projektu „Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství“ č.j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.14. a institucionálního projektu MZE RO0418.

/Recenzováno/

Použitá literatura

- Basařová, G., Čepička, J., Doležalová, A., Kahler, M., Kubíček, J., Poledníková, M., Voborský, 1992: Pivovarsko-sladařská analytika 1: 385 s.
- Basařová, G., 2015: Vlastnosti sladovnického ječmene. In: Basařová et al., Sladařství. Teorie a praxe výroby sladu. 626 s.
- Basařová, G., Paulů, R., 2015: Stručná historie a současnost výroby sladu. In: Basařová et al., Sladařství. Teorie a praxe výroby sladu. 626 s.
- GEVES (Variety and Seed Study and Control Group), 2016: http://cat.geves.info/Page_en/ListeNationale
- Becker J., Heun M., 1995: Barley microsatellites: allele variation and mapping. *Plant Molecular Biology* 27: 835-845.
- Hartman, I., Prokeš, J., Helánová, A., Hartmann, J., 2010: Vztah mezi obsahem škrobu v ječmeni a extraktem sladu. *Kvasný Prům.*, 56 (11-12): 423-427.
- Holubec, V., Papoušková, L., Faberová, I., Zedek, V., Dotlačil, L., 2015: Rámcová metodika Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiversity. *VÚRV Praha – Ruzyně*: 386 s.
- Hřivna, L., Ryant, P., Homola, L., Radoch T., 2009: Hodnocení obsahu N-látek a škrobu v zrna ječmene po aplikaci dusíku a síry. Konference "Sladovnický ječmen - přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna". Nový výzkum a komplexní poznatky pro uplatnění v praxi: Kompendum 2009 ke konferencím: 41-42
- Chloupek, O., 2008: Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. *Academia, Praha*: 312 s.
- Kosař, K. et al. 1997: Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování. In: Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských technologií, č. 3, 48 s.
- Lekeš, J., Zezulová, P., Bareš, I., Sehnalová, J., Vlasák, M., 1986: Klasifikátor – genus *Hordeum* L., *VÚRV Praha – Ruzyně*, „Genové zdroje“ č. 27: 46 s.
- Liu Z.W., Biyashev R.M., Saghai Maroof M.A., 1996: Development of simple sequence repeat DNA markers and their integration into a barley linkage map. *Theoretical and Applied Genetics* 93: 869-873.
- Obert, D.E., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Jones, B.L., Erickson, C.A., 2006: Registration of 'Charles' barley. *Crop Science* 46, 468-469.
- Obert, D.E., Evans, C.P., Windes, J.M., Wesenberg, D.M., Ulrich, S.E., Budde, A., Chen, X., Jackson, E.W., 2009: Registration of 'Endeavor' winter barley. *Journal of Plant Registrations* 3, 124-126.
- Psota, V., 2001: Ozimý ječmen z hlediska sladovnického. *Kvasný Prům.*, 47 (3): 66-68.
- Psota, V., Dvořáčková, O., Sachambula, L., Nečas, M., Musilová, M., 2018: Ječmen a slad. In: Ječmenářská ročenka 2018, *VÚPS, a.s.*: 268 s.
- Psota, V., Kosař, K., 2002: Ukazatel sladovnické jakosti. *Kvasný průmysl*, 48; č. 6, s. 142-148.
- Ramsay L., Macaulay M., Ivanissevich S., MacLean K., Cardle L., Fuller J., Edwards K.J. Tuveson S., Morgante M., Massari A., Maestri E., Marmiroli N., Sjakste T., Ganai M., Powell W., Waugh R., 2000: A simple sequence repeat-based linkage map of barley. *Genetics* 156: 1997-2005.
- Russell J., Fuller J., Young G., Thomas B., Taramino G., Macaulay M., Waugh R., Powell W., 1997: Discriminating between barley genotypes using microsatellite markers. *Genome* 40: 442-450.
- Saghai-Maroo M.A., Soliman K.M., Jorgensen R.A., Allard R.W., 1984: Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal locations, and population dynamics. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 81: 8014-8018.
- Stockinger, E.J., 2012: <http://www.craftmalting.com/cereal-history-of-winter-malting-barley-2-of-6/>
- Špunarová, M., Prokeš, J., 1998: Jakost sladu v závislosti na odrůdě, ročníku a technologii sladování u jarního ječmene. *Rostlinná výroba* 44(2): 45-50.
- Zimolka, J. et al., 2006: Ječmen, formy a užitkové směry v České republice. *Profi Press, s.r.o.*: 200 s.

Kontaktní adresa: Ing. Zdeněk Nesvadba, Ph.D., Genová banka, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně; nesvadba@vurv.cz

Aktuální poznatky ze 7. Mezinárodního sympozia o půdní organické hmotě v Adelaide

Látal O., Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Výzkumníků 267 Rapotín

Již 7. ročník mezinárodního sympozia o Půdní organické hmotě (7th International Symposium on Soil Organic Matter) hostila ve dnech 6.–11. října 2019 Organizace vědeckého a průmyslového výzkumu Commonwealth (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation; zkratka CSIRO), který se konala v hotelu Hilton v australském Adelaide.

CSIRO je federální vládní agentura vědeckého výzkumu v Austrálii, která byla založena z iniciativy australského premiéra Billa Hughese v roce 1916. Základním posláním je formulování cílů a závazků ze strany australské vlády a hledání nových cest pro růst blahobytu společnosti, stejně jako podpora a účast na ekonomických a sociálních programech řady hospodářských odvětví prostřednictvím vědy a rozvoje. Agentura spolupracuje s předními světovými odbornými organizacemi, má vlastní nakladatelství „CSIRO Publishing“, které vydává vědecké časopisy indexované v mezinárodních databázích. Agentura sídlí v hlavním městě Canberra, má více jak 50 poboček po celé Austrálii, dále aktivně spolupracuje s vědeckou stanicí biologické kontroly v Mexiku a Francii a sdružuje více jak 5000 zaměstnanců. Oblast výzkumu je koncipována do 10 vědeckých oblastí včetně zemědělství. Po přivítání účastníků sympozia organizátory a po krátkém seznámením s jeho programem se úvodního slova ujal konvenor dr. Mark Farrell (CSIRO). Půda a její složky, jak bylo již mnohokrát řečeno, přímo podporují pozemský život na Zemi. Představuje nejsložitější biologický systém na planetě, který skrývá, udržuje a vykazuje obrovskou rozmanitost jak pod zemí, tak nad zemí. Mezi hlavní složky půdy patří půdní organická hmota, komplexní a různorodé prostředí neživých organických látek, které usnadňuje a doplňuje širokou škálu chemických, fyzikálních a biologických funkcí.

Motem sympozia byla v roce 2019 půdní organická hmota ve stresovaném světě „Soil organic matter in a stressed world“

- lepší porozumění a kvantifikace funkcí, které půdní organická hmota udržuje v přírodních i řízených systémech;
- pochopení stresorů, které mají dopad na jeho stabilitu a schopnost pokračovat k zajištění těchto klíčových funkcí ekosystému.

Symposium bylo rozděleno do 13 tematických oblastí (sekcí) dle zaměření a funkce půdní organické hmoty. V dopoledních a odpoledních sekcích symposia bylo představeno 15 zvaných přednášek, 113 orálních prezentací a 130 posterových prezentací.

V rámci zaměření aktuálně řešeného projektu TAČR TH02030169, který koordinuje Agrovýzkum Rapotín s.r.o., byly Ing. Oldřichem Látalem, Ph.D. (Agrovýzkum Rapotín s.r.o.), Ing. Martinem Brtnickým (Mendelova univerzita v Brně) a dalšími účastníky symposia diskutovány otázky v oblastech: měření množství a složení organické hmoty v půdách; kvantifikace organické hmoty a její úlohy na půdní vlastnosti a produktivitu rostlin; emise skleníkových plynů a NH_3 ; půdní mikrobiologie; definování vlivu zemědělského managementu na zásobu a složení organického uhlíku v půdách a jejich vztahu k půdní úrodnosti; dostupnosti různých forem dusíku v zemědělských systémech a jejich predikci na výnos zemědělských plodin; management zpracování půdy; metody měření půdního uhlíku a využití spektroskopické analýzy.

Zajímavá byla z pohledu řešené problematiky prezentace Dr. Manoharan Veeragathipillai (Austrálie) na téma „Nové metody charakterizace zásob organického uhlíku v půdě pomocí termální oxidace kombinované s vícerozměrnou analýzou“ (A novel method to characterize soil organic carbon pools using thermal oxidation combined with multivariate analysis).

Výzkum je zaměřen na otázku, zda jsou tepelné oxidace půdních vzorků v teplotních intervalech 110 °C až 1000 °C a následné měření % produkce CO_2 v kombinaci s chemometrickou analýzou schopné kvantifikovat zásoby organického uhlíku v různých typech půdy. Zásoby organického uhlíku v půdě sahají od rychle rozložitelného částicového organického uhlíku, po pomalu rozložitelné huminové frakce a frakce rezistentního organického uhlíku, které významně přispívají k dlouhodobé sekvestraci půdního organického uhlíku. Navrhli několik analytických metod pro měření zásob uhlíku, včetně finančně drahé ^{13}C -NMR spektrometrie a střední infračervené spektroskopie závislé na složení půdy. Dospěli k závěru, že kombinovaná termální a vícerozměrná analýza poskytuje robustní, rychlou a přesnou predikci zásob uhlíku v půdě v typických typech půdy a lze ji snadno přijmout pro rutinní analýzu zásob uhlíku.

Dále prezentace Dr. Frederic Rees (Francie) na téma „Rhizodepozice jako hlavní páka sekvestrace uhlíku v půdě“ (Rhizodeposition processes as a major lever for soil carbon sequestration). Dle jeho slov představují rostliny hlavní zdroj organického uhlíku v půdě. Zatímco vstupy uhlíku z nadzemních částí biomasy jsou snadno měřitelné, obtížnost při kvantifikaci vstupů z kořenů nám zabránily odhadnout skutečný potenciál sekvestrace uhlíku v půdě spojené s každým typem organických látek uvolňovaných kořeny. Kromě rozkladu kořenových tkání zkoumali kořenové systémy uvolňující organický uhlík různými mechanismy, např. exsudace rozpustných sloučenin, sekrece slizů a odumírání buněk. Rhizodepoziční procesy mohou spotřebovat 5 % až 15 % z celkového množství fotosynteticky fixovaného uhlíku rostlinou a mohou ročně generovat přísun uhlíku do půdy v rozmezí 0,5–5 tun C/ha. Kvůli velkému rozsahu a nejistotě spojené s mechanismy rhizodepozice současné modely dynamiky organických látek v půdě špatně hodnotí skutečný potenciál sekvestrace rostlinami. Podle současné databáze exsudace rozpustných cukrů představuje hlavní tok organického uhlíku do rhizosféry ve většině podmínek, ale jiné rhizodepoziční procesy, jako je sekrece slizů a rozpadání buněk stejně důležité z hlediska uvolňování uhlíku. Po předložení těchto výsledků budou diskutovány důsledky těchto emisí na skutečný potenciál sekvestrace uhlíku v půdě na základě našeho současného porozumění účinnosti využití uhlíku a účinku aktivace.

Poslední den byl pro účastníky symposia vyhrazen na terénní výjezd. Jednou z možností byla návštěva profilových půdních sond v oblasti Langhorne Grek (South Australia). Popisem sond a odbornou diskuzí byl pověřen Dr. Edward Scott (Field Systems Austrálie).

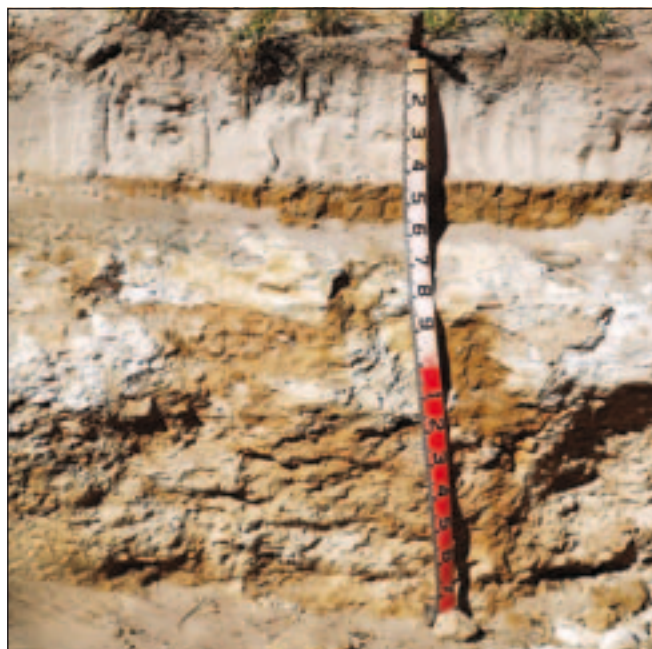
Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení projektu TAČR TH02030169.

Použitá zdroje:

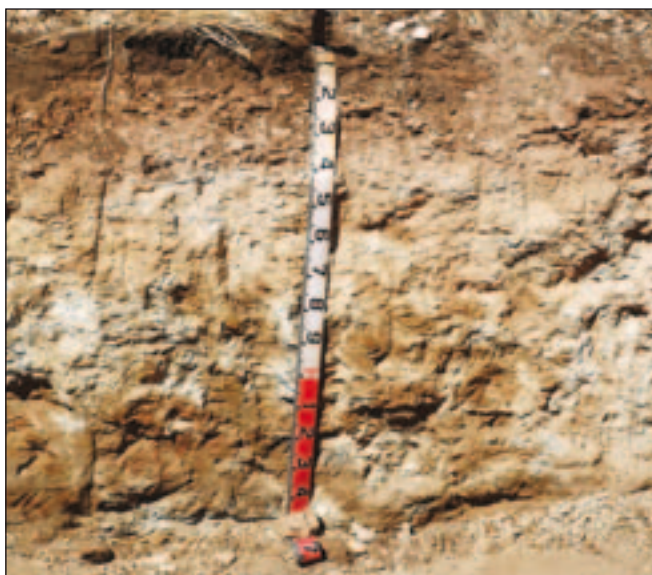
<https://www.csiro.au>

<http://www.som2019.org>



SONDA 1 – „Brown Sodosol“

Sodosoly jsou kontrastní půdy, které mají lehčí texturované tvrdé povrchové horizonty (písčito-hlinité nebo jílovito-hlinité) překrývající více jílovité podložní horizonty (B). Horizonty podloží jsou sodové a často disperzní. Obvykle jsou hrubě strukturované a běžné jsou hranolové nebo sloupcové pedály. Tyto vlastnosti omezují pohyb kořenů a vody do podloží. Tyto půdy jsou často spojovány s některými z extrémnějších forem eroze v různých částech Austrálie.



SONDA 2 – „Lithocalcic Calcarosol“

Litokalcický Calcarosol je půdní typ obsahující více 50 % tvrdého uhličitany, podložený strukturovanými vápenatými jíly. Výměnné procento sodíku je na úrovni 15 a více uvnitř 0,5 m horního profilu. Méně časté zpracování půdy; použití méně agresivních nástrojů a zpracování půdy za optimálních podmínek vlhkosti může pomoci při udržování agregace a porozity půdy a také ke snížení rozkladu organické hmoty. Dostupná vodní kapacita v tomto profilu je poměrně nízká a srážková voda se snadno prosakuje po vápencové vrstvě. Silně alkalický profil s možným výskytem toxicity bóru naznačuje nevyrovnaný příjem dostupných živin v sorpčním komplexu. Tyto nedostatky jsou řešeny v rámci výzkumu v podobě zvýšení přísunu externí organické hmoty, stabilitou agregátů, agrotechnikou a managementem obhospodařování.

Ječný bulgur – nová možnost pro uplatnění bezpluchého ječmene?

(*Barley bulgur – a new option for the use of a hulless barley?*)

Vaculová, K., Sedláčková, I., Jirsa, O.

Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn: Vybrané materiály ječmene jarního s bezpluchým typem zrna (odrůdy AF Cesar, AF Lucius a nová linie KM 2551 s waxy škrobem) byly studovány z hlediska vhodnosti pro výrobu bulguru. Příprava bulguru proběhla na Ústavu potravinářského inženýrství Univerzity Gaziantep v Turecku. Chemické analýzy ukázaly, že v porovnání s původním zrnem dochází u ječného bulguru k poklesu obsahu bílkovin (v průměru o cca 2 %) a v závislosti na odrůdě také zčásti obsahu škrobu, a naopak ke zvýšení obsahu rozpustné vlákniny – beta-glukanů (0,2–0,4 %), tuku, P a mikrominerálů (Mn, Fe, Zn a Cu). Byl evidován pokles antioxidační aktivity o více jako 60 %, obsahu celkových polyfenolů (o 28 %) a naopak došlo ke zvýšení obsahu vitamínu B1 (až o 49 %). Pokus prokázal, že bezpluchý ječmen je vhodnou surovinou pro výrobu standardního bulguru. Změny v obsahu nutričně významných živin a dalších látek a senzorické hodnocení konečného produktu je ovlivněno genotypem použitých materiálů ječmene.

Klíčová slova: ječmen jarní, bezpluchý typ, bulgur, výroba, nutriční hodnota

Abstract: Selected spring barley materials with a hulless grain type (varieties AF Cesar, AF Lucius and the new line KM 2551 with waxy starch) were studied for suitability for bulgur production. The bulgur was prepared at the Institute of Food Engineering of the University of Gaziantep in Turkey. Chemical analyses have shown that, compared to the original grain, barley bulgur decreases the protein content (on average by about 2 %) and, depending on the variety, also partly the starch content, and conversely, increases the soluble fibre content – beta-glucans (0.2–0.4 %), fat, P and microminerals (Mn, Fe, Zn and Cu). There was a decrease in antioxidant activity by more than 60 %, total polyphenols content (by 28 %), and on the contrary there was an increase in vitamin B1 content (by up to 49 %). An experiment has shown that hulless barley is a suitable raw material for the production of standard bulgur. Changes in the content of nutritionally important nutrients and other substances and sensory evaluation of the final product is influenced by the genotype of the barley materials used.

Key Words: spring barley, hulless grain type, bulgur, production, nutritional level

Úvod

Bulgur, oblíbená a jedna z nejstarších potravin vyráběných z pšenice, je nedílnou součástí kuchyně Středního východu po tisíce let. Původní oblastí vzniku tohoto starodávného procesu zpracování pšenice byl středomořský region, avšak biblické odkazy zmiňují, že bulgur, který je dokonce starší než samotný chléb, vyráběli již před 4000 lety starověcí Babyloňané, Chetitě a Hebrejci. V záznamech arabské, izraelské, egyptské a římské civilizace se informace o konzumaci sušené vařené pšenice objevují více než 1000 let před naším letopočtem.

Název bulguru byl v různých jazycích rozdílný, i když se v podstatě jednalo vždy o podobný produkt. Římské slovo pro bulgur bylo *cerealis*. Izraelité jej nazvali *dagan* a ostatní národy na Blízkém východě mu říkali *arisah*, o čemž se zmiňuje také Bible. Zde byl název „*aris*“ překládán jako „první z pevné stravy“ a podle biblických archeologů to byla kaše připravená z vařené a na slunci sušené pšenice. Také v současnosti se označení tohoto produktu v různých oblastech světa liší. V Evropě se jedná o bulgur, v Turecku se nazývá bulgar nebo burghoul, v Arábii burghol či borgol, Řekové mu říkají *pourgouri* a v Saudské Arábii je nejoblíbenější verze bulguru známá pod názvem *jarish*.

I v současnosti je bulgur tradiční potravinou zejména na Středním východě, v balkánských státech a asijských zemích, avšak díky své trvanlivosti, dobré skladovatelnosti, vysoké výživné hodnotě a jednoduché přípravě se setkává se stále větším zájmem v mnoha dalších částech světa. Hotový bulgur se díky procesům, které vznikají v průběhu vaření a sušení, zejména želatizaci (mazovatění) škrobu, koagulaci proteinu a jeho glykosylaci stává stravitelnějším a současně odolným vůči hmyzu, roztočům a mikroorganizmům, což vede k jeho dlouhé skladovatelnosti. Předností bulguru je rovněž skutečnost, že je to produkt připravený bez použití chemických látek a jakýchkoliv přísad.

S původním starobylým postupem výroby bulguru se dnes ještě můžeme setkat v malých vesnicích východního středomoří, kde se pšenice několi dnů vaří v obrovských nádobách a poté se rozprostírá na plochých střeších, kde se na slunci suší. Po usušení se zrna rozdrtí na hrubé kousky a prosévá dle velikosti do jednotlivých frakcí. Velkoplošná komerční produkce bulguru se vyvinula v moderní, mechanizovaný výrobní proces, avšak dodnes se stále dodržují stejné základní kroky přípravy. Zrna určené k výrobě bulguru se čistí, bulgur se vaří, suší, temperuje (nakrápí), probíhá proces odstranění obalových vrstev zrna (debranning), a poté se hotový bulgur mele, leští a třídí dle velikosti. Používají se různé typy bulguru o rozdílných velikostech frakcí v závislosti na způsobu přípravy nebo předpokládaném účelu použití.

Pro výrobu bulguru se používají různé druhy obilovin, ale hlavní surovinou je zrna pšenice, nejčastěji tvrdé pšenice (*Triticum durum*). Ve srovnání s ostatními pšeničnými produkty patří bulgur mezi nutričně nejceňnější potraviny. V literatuře se uvádí (Yousif *et al* 2018), že bulgur obsahuje 9–13 % vody, 10–16 % bílkovin, 1,2–1,5 % tuku, 76–78 % sacharidů, 1,2–1,4 % popela a 1,1–1,3 % vlákniny. Bílkoviny, vápník, železo, obsah vitamínu B1 a niacinu (B3) jsou v bulguru vyšší než u jiných výrobků z pšenice, jako je chléb a těstoviny. Příprava bulguru ovšem vyžaduje, aby byly použity suroviny se známým chemickým složením, protože všechny výrobní operace ovlivňují konečný výsledek, tedy jakost a senzorické charakteristiky bulguru, jako je například podíl frakcí po mletí, barva, doba vaření, a další. Proto se před zahájením výroby stanovuje obsah základních živin (bílkovin, škrobu, minerálních látek, popela, vitaminů), kde se rozhoduje o odpovídajícím postupu, aby byly ztráty významných živin udrženy na co nejnižší úrovni.

Bezpluchý ječmen je zdrojem mnohých nutričně významných látek, zejména vlákniny, potravy, vitaminů skupiny B a makro i mikrominerálních látek, ale jeho využití k přímé spotřebě v lidské výživě je omezené. Bezpluché zrna (Obr. 1) ovšem umožňuje použít

podobné postupy jako v případě pšenice a proto nás zajímala otázka, zda bude vhodné k přípravě tohoto tradičního produktu - bulguru.

Materiál a metody

Pro výrobu bulguru byly vybrány 3 materiály ječmene jarního s bezpluchým zrnem – odrůdy AF Lucius, AF Cesar a nový genetický zdroj s waxy typem škrobu – linie označená KM 2551. Zrno těchto materiálů ječmene bylo vypěstováno v lokalitě Kroměříž v roce 2018. Po sklizni a přetřídění na síť 2,2 mm byly vzorky zrna dodány na pracoviště v Turecku (Gaziantep University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 27310, Gaziantep), kde byly pod vedením prof. Mustafy Bayrama zpracovány a byl z nich připraven bulgur. Byla použita tzv. Antep-type metoda výroby bulguru (Yousif *et al* 2018). Po přečištění vzorků bylo zrno vařeno v podmínkách standardního atmosférického tlaku (při 97 °C) po dobu cca 40 minut, stanovenou experimentálně průběžnou kontrolou míry mazovatění škrobu (Bayram 2006). Po uvaření byl bulgur sušený v cirkulační sušičce (UF750/Plus, Memmert GmbH., Schwabach, Germany) do vlhkosti cca 13 %, přičemž sušení začínalo na teplotě 100 °C, po 3 hodinách byla teplota snížena na 70 °C a bulgur byl dosušený při teplotě 45 °C.

Po vysušení byly vzorky bulguru temperovány a zbaveny povrchových obalů (otrub) v průběhu procesu „debranning“ (na přístroji Model Blg-02 DBR, BLG ARGE Co., Gaziantep, Turkey), kde byly odstraněny otruby. Po této operaci následovalo mletí na kladívkovém mlýnu (Armfield FT2 Hammer Mill, Ringwood, UK) a třídění na vibračních sítích (Endecotts Octagon 200 Series Test Sieve Shaker, London, UK). Byly získány následující frakce bulguru: hrubý (coarse) – nad 2,8 mm, střední (medium) 1,6–2,8 mm, jemný (fine) pod 0,5–1,6 mm a jako vedlejší produkt byla pod sítím 0,5 mm zachycena mouka (flour).

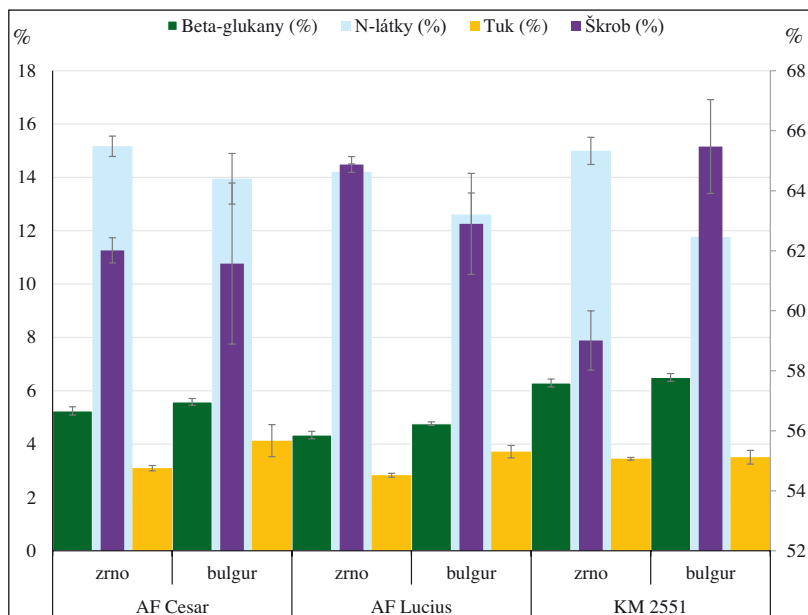
Vzorky původního zrna i vyrobeného bulguru (2 opakování) byly předány ke stanovení základních živin (N-látek, škrobu, tuku) standardními laboratorními postupy a beta-glukanů (s využitím kitu fy Megazyme – K-BGLU 04/06 - vše v % suš.). Dále byly ve vzorcích stanoveny obsahy makrominerálů (P, K, Ca, Mg – v % suš.) a mikrominerálů (Cu, Mn, Fe a Zn – v mg/kg suš.). Dodavatelsky byla stanovena antioxidační aktivita (AOA - metodami DPPH a FRAP v mg Troloxu, TE/ g vzorku), dále spektrofotometricky obsah celkových polyfenolů (CP – vyjádřeno ekvivalentem kyseliny gallové GAE v mg/g suš.) a vitamínu B1 po oxidaci thiaminu na thiochrom HPLC s fluorescenční detekcí (v mg/g suš.).

Výsledky a diskuse

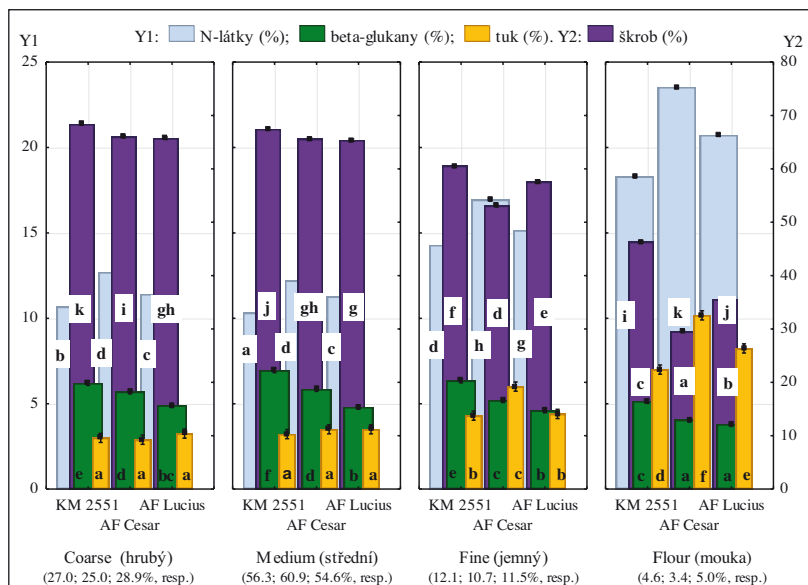
Zpracování procesem výroby bulguru mělo významný vliv jak na obsah živin, minerálních látek i ukazatele nutriční kvality. V porovnání s údaji, které jsou uváděny u pšenice nebo jiných plodin (cizrna) byly zjištěné závěry rozdílné. Nejsilnější se pokles projevil na obsahu N-látek, jejichž obsah v zrně kolísá v průměru od 14,2 po 15,2 %. Zde bylo naměřeno snížení obsahu v průměru o 2,02 %. Obsah škrobu,

který byl v zrně bezpluchého ječmene se standardním obsahem škrobu poměrně vysoký (do 64,9 % u odrůdy AF Lucius), klesl u obou odrůd a naopak došlo k jeho nárůstu u bulguru ze zrna waxy linie KM 2551. Zde byl průměrný obsah vyšší o 6,47 %. Odrůda AF Cesar a linie KM 2551 patří k materiálům se zvýšeným obsahem vlákniny potravy v podobě rozpustných beta-glukanů. V bulguru z těchto odrůd, ale i odrůdy AF Lucius s pouze mírně zvýšenými beta-glukany došlo v průběhu zpracování ke zvýšení průměrného obsahu o 0,32 %. Rovněž obsah tuku vzrostl u produktů ze všech vzorků ječmene v průměru o 0,66 % oproti původnímu zrně (Graf 1). Je možné, že obdobně jako v procesu extruze (Wiese *et al.* 2016) dochází k uvolňování některých vázaných nebo nerozpustných forem sledovaných živin a dalších látek.

V případě pšenice byla zjištěna modifikace obsahu škrobu mezi 50 a 52 %, ale ztráta N-látek činila pouze 3–5 %. Zatímco



Graf 1: Obsah živin v zrně a bulguru z odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551



Graf 2: Podíl z celkové hmotnosti vyrobeného bulguru a obsah živin v jednotlivých tříděných frakcích bulguru ze zrna odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551

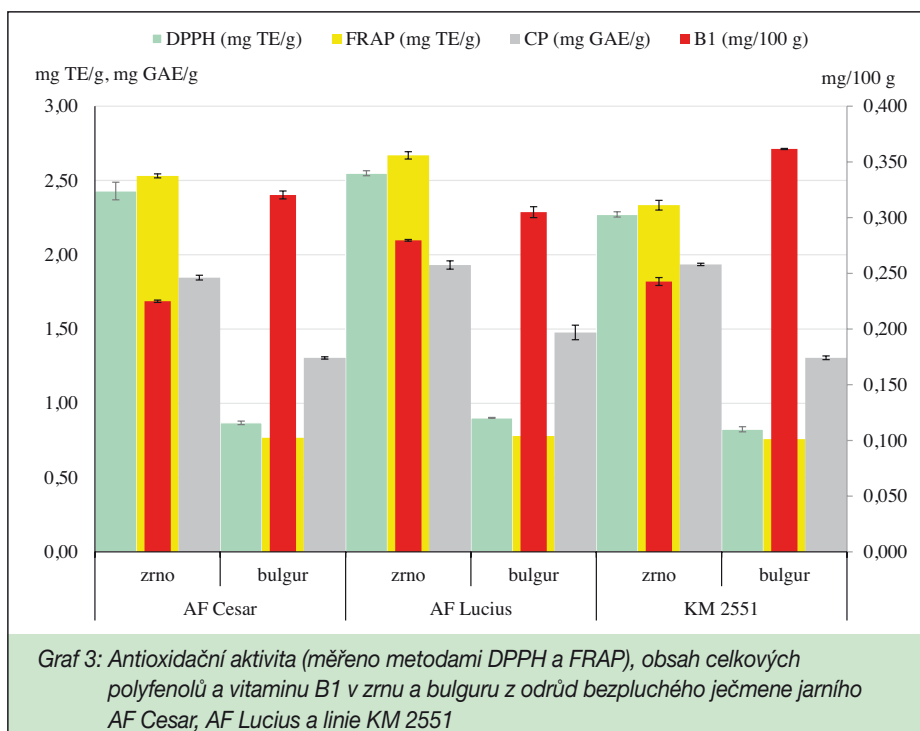
u pšenice, která se vyznačuje nízkým obsahem tuku, nebyly změny v jeho obsahu podstatné, u ječmene by mohl zvýšený obsah tuku vyústit v jeho ranější degradaci a ovlivnit senzorické ukazatele ječného bulguru. Proto bude nezbytné nejen sledovat změny čísla kyselosti v průběhu skladování, ale zaměřit se na výchozí materiály s nižším původním obsahem tuku v zrně.

Podíl jednotlivých frakcí po pomletí a přetřídění vyrobeného bulguru a jejich chemické složení uvádí Graf 2. Podíl frakce nad 2,8mm tvořil 25–27 % z celkové hmotnosti vyrobeného bulguru, frakce střední, mezi 1,6 a 2,8mm činila 54,6 % až 60,9 % a nejmenší frakce bulguru pod 1,6mm bylo 10,7 %–12,1%. Se snižováním velikosti frakcí docházelo k poklesu obsahu škrobu, nárůstu obsahu N-látek a tuku, přičemž rozdíly mezi frakcemi, a v případě škrobu a N-látek i mezi jednotlivými odrůdami použitými pro výrobu bulguru, byly statisticky významné.

Nejvyšší obsah N-látek a tuku a nejnižší obsah škrobu byl stanoven v mouce, která je při výrobě bulguru vedlejším produktem a také v našem případě tvořila pouze 3,4–5 % z celkové hmotnosti vyrobených bulgurů.

Je zajímavé, že přes zvýšený obsah tuku, který je nositelem vitaminů v něm rozpustných, byly u vzorků bulguru pozorovány velké změny v ukazatelích AOA ve smyslu jejich snížení (Graf 3). Hodnoty DPPH i FRAP klesly v průměru oproti zrně o více jako 60 % (DPPH o 64,2 %, FRAP o 69,3 %). Vzhledem k tomu, že obsah celkových polyfenolických látek, které rovněž přispívají k antioxidačnímu potenciálu ječmene, poklesl v průměru „jen“ o 28,4 %, dá se předpokládat, že došlo ke snížení aktivity dalších látek s antioxidačními účinky, jako je například vitamin E a jeho izomery. Obsah tohoto vitaminu jsme ale

neměřili. Porovnání našich výsledků obsahu celkových polyfenolů s údaji autorů Caba *et al.* (2011), naměřenými v bulguru z tvrdé pšenice ($59,5 \pm 5,2$ mg GAE/100 g suš.), ukázalo, že ječný bulgur bude významným zdrojem těchto nutričně hodnotných látek, protože v průměru zde byl naměřen šestkrát vyšší obsah (1,36 mg GAE/ suš.).



Shodně s uváděnými zdroji, které prezentují výsledky hodnocení kvality pšenice (Yousif *et al.* 2018) byl naměřen významný nárůst obsahu vitaminu B1 v bulguru z ječmene. V průměru se zvýšil obsah tohoto vitaminu o 33,49 %, přičemž nejvyšší hodnoty byly získány pro materiály s vysokým obsahem vlákniny potravy,

Tab. 1: Obsah minerálních látek v zrně a bulguru vyrobeném ze zrna odrůd bezpluchého ječmene jarního AF Cesar, AF Lucius a linie KM 2551

Minerální látky ¹⁾	Produkt	AF Cesar		AF Lucius		KM 2551	
		Průměr	± st. chyba	Průměr	± st. chyba	Průměr	± st. chyba
P	zrno	0,37	0,00	0,34	0,02	0,34	0,02
	bulgur	0,46	0,10	0,39	0,06	0,35	0,06
K	zrno	0,37	0,00	0,36	0,00	0,39	0,00
	bulgur	0,35	0,02	0,32	0,01	0,43	0,00
Ca	zrno	0,04	0,00	0,04	0,01	0,05	0,00
	bulgur	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
Mg	zrno	0,11	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
	bulgur	0,12	0,03	0,10	0,02	0,10	0,02
Cu	zrno	4,85	0,67	4,02	0,89	4,98	1,35
	bulgur	6,21	0,42	5,74	1,40	5,57	0,92
Mn	zrno	13,75	0,05	11,25	0,05	11,15	0,25
	bulgur	17,66	8,15	12,86	5,24	14,50	5,31
Fe	zrno	37,90	3,70	52,90	9,70	37,50	6,10
	bulgur	42,35	7,35	50,20	13,90	40,75	12,05
Zn	zrno	23,00	2,20	18,35	2,65	21,70	0,60
	bulgur	33,20	11,50	23,50	7,20	24,25	6,35

¹⁾ - makrominerály (P, K, Ca, Mg) - v %; mikrominerály (Cu, Mn, Fe, Zn) v mg/kg suš.

linii KM 2551 (o 49,02 %) a odrůdu AF Cesar (o 42,41 %), bez ohledu na typ škrobu (waxy vs. standardní).

Hydrotermální zpracování zrna se projevilo ve změnách obsahu minerálních látek v bulguru, bez ohledu na to, že byly povrchové vrstvy zrna odstraněny v podobě otrub v procesu debranningu. Oproti zrnu byly v ječném bulguru zjištěny vyšší hodnoty obsahu P, i když pouze v případě odrůdy AF Cesar bylo zvýšení na hranici významnosti. Zřejmý nárůst byl ale pozorován zejména u materiálů s vyšším podílem rozpustné vlákniny pro obsahy sledovaných mikroprvků. Údaje, které zjistili Ertas a Türker (2014) pro cizrnu, jsou obdobné. Ve svém pokusu uvedení autoři pozorovali u bulguru z cizrny zvýšení nejen obsahu P a Fe, ale v porovnání s původním semenem i dalších makroprvků – Ca, Mg a K. Je tedy zřejmé, že změny souvisejí nejen se způsobem přípravy bulguru, ale i původním obsahem sledovaných látek v experimentálním materiálu.

Závěr

Výsledky prokázaly, že bezpluchý ječmen je vhodnou surovinou pro výrobu bulguru, ale bude nutné v pokusech pokračovat, aby se vybraly nejvhodnější genotypy, u kterých je redukce požadovaných živin a sledovaných bioaktivních látek nejnížší a výsledné hodnoty dalších, hlavně senzorických ukazatelů, co možná nejlepší. Také v našem pokusu byla výroba bulguru zakončena senzorickými testy, kde byl hodnocen jak příjem vody v procesu výroby pilafu, tak celkový vzhled, chuť, vůně a barva hotového pokrmu. Ze zkoušených materiálů se nejlépe umístila odrůda AF Cesar (Obr. 2). V porovnání se standardním bulgurem z pšenice byly dosažené hodnoty senzorických ukazatelů poněkud nižší, zejména barva (Obr. 3) a hotový bulgur z ječmene přijímal hůře vodu, což ukazuje na to, že zřejmě bude vyžadovat delší dobu na přípravu. V porovnání s pšeničným bulgurem měly ječné produkty významně vyšší obsah rozpustné vlákniny a celkových polyfenolů s antioxidačními účinky, a tedy očekávanou lepší nutričně-zdravotní charakteristiku. Jak jsme ale uvedli výše, byl zde zaznamenán nárůst obsahu tuku, což by mohlo mít nepříznivý vliv na kvalitu hotového produktu a jeho trvanlivost.

Dedikace

Příspěvek byl vypracovaný s podporou projektu TAČR č. TE02000177 a podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1118

Vybraná použitá literatura

(celý seznam k dispozici u autorů příspěvku)

Bayram M. (2006). Determination of the cooking degree for bulgur production using amylose/iodine, centre cutting and light scattering methods. Food Control. 17: 331–335.

Caba Z. T., Boyacioglu M.H., Boyacioglu D. (2011). Bioactive healthy components of bulgur. Int. J. Food Sci. Nutr., 63 (2), 250–256.

Ertas N. Türker S. (2014). Bulgur processes increase nutrition value: possible role in in-vitro protein digestability, phytic acid, trypsin inhibitor activity and mineral bioavailability. J Food Sci Technol. 2014 Jul; 51 (7): 1401–1405.

Yousif S.I., Bayram M., Kesen S. (2018). Characterization of volatile compounds of bulgur (Antep type) produced from durum wheat. J Food Qual, 2018, 9 p. DOI: 10.1155/2018/8564086



Obr. 1: Zrno bezpluché odrůdy ječmene jarního AF Cesar



Obr. 2: Bulgur (coarse) vyrobený z odrůdy bezpluchého ječmene jarního AF Cesar



Obr. 3: Bulgur z ječmene (odrůda AF Cesar – vlevo) se barevně odlišuje od bulguru ze standardní tvrdé pšenice (vpravo). Vyniká vysokým obsahem vlákniny potravy (obsah beta-glukanů je vyšší než 5,5 % v suš.)