



Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství

Petr Konvalina (Ed.)



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro
regionální rozvoj



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION
AUSTRIA-CZECH REPUBLIC 2007-2013

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

**Pěstování a využití minoritních
obilnin a pseudoobilnin
v ekologickém zemědělství**

České Budějovice

2012



Dedikace:

Publikace je výstupem projektu M00134 s názvem
**"Udržitelné způsoby hospodaření v česko -
rakouském příhraničí – Sustainable Farming
(SUFA)".**

Financování:

Projekt je financován z programu Evropské územní
spolupráce „Rakousko – Česká republika 2007-2013“
prostřednictvím Evropského fondu pro regionální rozvoj.

Partneři projektu:

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Land Niederösterreich, Landwirtschaftliche Fachschule
Edelhof, Rakousko
Spolek PRO BIO poradenství, Brno

Termín realizace:

17. 3. 2009 – 31. 12. 2012

Webové stránky:

<http://sufa.zf.jcu.cz>



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION
AUSTRIA-CZECH REPUBLIC 2007-2013
Gemeinsam mehr erreichen. Společně dosáhneme více.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro
regionální rozvoj



Editor

doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.¹

Kolektiv autorů

Ao. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Heinrich Grausgruber (kapitola 1, 2, 3, 4)²

Ing. Dagmar Janovská, Ph.D. (kapitola 6, 7)³

Ing. Martin Káš (kapitola 6, 7)³

doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D. (kapitola 1, 2, 3, 4)¹

Prof. Ing. Jan Moudrý, CSc. (kapitola 5, 8, 9)¹

Ing. Jiří Peterka, Ph.D. (kapitola 8)¹

Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D. (kapitola 5)¹

Recenzenti

Dipl. Ing. Sandra Berger⁴

Dipl. Ing. Elisabeth Zechner⁴

Ing. Petr David⁵

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta,
Studentská 13, 370 05 České Budějovice

² BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences, Department
of Crop Sciences, Konrad Lorenz Str. 24, 3430 Tulln, Rakousko

³ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6
- Ruzyně

⁴ Landwirtschaftlichen Fachschule Edelhof, Edelhof 1, Rakousko

⁵ Spolek PRO BIO poradenství, Cyrilská 16, 602 00 Brno

Tisk: Tiskárna Vlastimil Johanus, České Budějovice

© Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2012
ISBN 978-80-87510-24-7



Growing and Use of Minority Cereals and Pseudocereals in Organic Farming

Abstract: The book is a result of the project SUFA. The project's aim is to support the development of sustainable farming on arable land on both sides of the Czech-Austrian border via a mutual exchange of information and experience in farming, processing and marketing of marginal wheat varieties (einkorn wheat, emmer wheat, spelt). This book contains chapters about selected cereals (einkorn, emmer wheat, spelt, naked barley, naked oat, proso millet) and pseudocereals (buckwheat, amaranth, quinoa). All the chapters contain basic information about the crops, methods of growing in organic farming and basic information about quality and possibilities of processing and use.

Keywords: organic farming, minority cereals, pseudocereals

Anbau und Verwendung von alternativen Getreiden und Pseudocerealien im biologischen Landbau

Abstrakt: Dieses Buch ist ein Ergebnis des Projektes SuFa. Das Projektziel ist die Hilfestellung bei der Entwicklung einer nachhaltigen Landwirtschaft auf beiden Seiten der tschechisch-österreichischen Grenze über gegenseitigen Informations und Erfahrungsaustausch bei der Produktion, Verarbeitung und Vermarktung von Weizenraritäten (Einkorn, Emmer, Dinkel). Dieses Buch beinhaltet Kapitel über ausgewählte Getreidearten (Einkorn, Emmer, Dinkel, Nacktgerste, Nackthafer und Hirse) und Pseudogetreide (Buchweizen, Amaranth, Quinoa). Alle Kapitel geben Basisinformation über die jeweilige Kulturart, Produktionstechnik und Produktionsfaktoren im biologischen Landbau, sowie zu den Themen Qualität, Verarbeitungsmöglichkeiten und Verwendung.

Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství

Abstrakt: Předložená publikace vznikla jako výstup projektu SUFA, který si klade za cíl podpořit rozvoj udržitelných systémů zemědělského hospodaření v česko-rakouském příhraničí. Kolektiv autorů zpracoval přehledné texty o vybraných obilninách (pšenice jednozrnka, dvouzrnka, špalda, nahý ječmen, nahý oves, proso) a pseudoobilninách (pohanka, amarant, quinoa). Každá kapitola obsahuje obecné informace o plodině, zásady pěstování v ekologickém zemědělství a základní informace o jakosti a možnostech zpracování.

Klíčová slova: ekologické zemědělství, minoritní obilniny, pseudoobilniny



Obsah

Kapitola 1.	Pšenice jednozrnka	
	<i>Petr Konvalina a Heinrich Grausgruber</i>	9
Kapitola 2.	Pšenice dvouzrnka	
	<i>Petr Konvalina a Heinrich Grausgruber</i>	29
Kapitola 3.	Pšenice špalda	
	<i>Petr Konvalina a Heinrich Grausgruber</i>	51
Kapitola 4.	Ječmen nahý	
	<i>Petr Konvalina a Heinrich Grausgruber</i>	71
Kapitola 5.	Oves nahý	
	<i>Jan Moudrý a Zdeněk Štěrbá</i>	83
Kapitola 6.	Pohanka	
	<i>Dagmar Janovská a Martin Káš</i>	101
Kapitola 7.	Proso	
	<i>Dagmar Janovská a Martin Káš</i>	119
Kapitola 8.	Amarant	
	<i>Jan Moudrý a Jiří Peterka</i>	133
Kapitola 9.	Quinoa	
	<i>Jan Moudrý</i>	147
Přílohy	Obrazová galerie	
	<i>Kolektiv autorů</i>	159





Předmluva

Ekologičtí zemědělci hospodařící na orné půdě mají často kromě pěstování běžných druhů kulturních rostlin, také zájem o využití opomíjených plodin, jako jsou pluchaté pšenice (jednozrnka, dvouzrnka a špalda), některé další obilniny (nahý oves a ječmen) a nebo pseudoobilniny (pohanka apod.). V současnosti chybí dostatek informací o výběru odrůd, získání osiva a jejich agrotechnice jak v odborné literatuře, tak v povědomí zemědělců. Pro drobné a střední zpracovatelské podniky je zase obtížné získat informace o specifické kvalitě pluchatých pšenic a dalších minoritních obilnin a pseudoobilnin, která je odlišná od jakosti dominantní pšenice seté a je vhodná pro výrobu řady potravinářských výrobků, především v biokvalitě.

Z výše uvedených důvodů bylo zahájeno řešení česko-rakouského přeshraničního projektu v rámci programu Evropské územní spolupráce Rakousko - Česká republika M00134 s názvem "Udržitelné způsoby hospodaření v česko-rakouském příhraničí - Sustainable Farming (SUFA)", jehož cílem je podpora rozvoje hospodaření na orné půdě v ekologickém zemědělství na obou stranách hranice prostřednictvím vzájemné výměny zkušeností v oblasti pěstování, zpracování a marketingu opomíjených pšenic (jednozrnka, dvouzrnka, špalda) a minoritních obilnin a pseudoobilnin.

Projekt byl koordinován Jihočeskou univerzitou v Č. Budějovicích, Zemědělskou fakultou. Pro efektivní transfer poznatků do praxe byl dále do řešení zapojen na české straně zapojen Spolek PRO BIO poradenství. V Rakousku byla spolupráce zajišťována se Zemědělskou školou v Edelhofu (poblíž dolnorakouského Zwettlu), která provozuje regionální centrum pro vzdělávání v ekologickém zemědělství a šlechtitelskou stanici, která se věnuje šlechtění odrůd obilnin pro ekologické zemědělství.



Cílem této publikace je čtenáři předložit ucelené informace o možnostech pěstování a využití opomíjených obilnin a pseudoobilnin. Publikované výsledky vycházejí z řady polních experimentů, realizovaných jak v České republice, tak v Rakousku. Věříme, že tato publikace přispěje k rozšíření perspektiv využití minoritních obilnin v ekologickém zemědělství a při výrobě potravin. Na závěr bych chtěl poděkovat autorskému týmu a partnerům projektu za jejich práci během tvorby této publikace. Doufáme, že naše kniha bude nápomocna také vědcům a studentům při řešení problematiky minoritních obilnin a pseudoobilnin.

doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Zemědělská fakulta
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích



Kapitola 1.

Pšenice jednozrnka (*Triticum monococum* L.)

Petr Konvalina¹, Heinrich Grausgruber²

¹Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05
České Budějovice, Česká Republika, <http://konvalina.zf.jcu.cz>
e-mail: konvalina@zf.jcu.cz

²University of Natural Resources and Life Sciences, Department of Crop Sciences, Division of
Plant Breeding, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln, Rakousko
e-mail: heinrich.grausgruber@boku.ac.at

Abstract:

Einkorn is the oldest domesticated wheat species. It has been forced out and substituted by more productive tetraploid (emmer wheat, hard wheat) and hexaploid wheat species (bread wheat, spelt wheat). It belongs to the hulled wheat species, providing good-quality crops in spite of a lower yield rate. It has the following strengths: a high proportion of proteins amounting up to 20 per cent in some cases. On the other hand, einkorn gluten is not suitable for the baking process and industry. It is, however, suitable for production of unyeasty products, e.g. biscuits, groats, Arabic pita, etc. Einkorn is highly suitable to be grown under organic farming conditions. It does not have any servus requirements for a nutrient supply, it is

not usually infested with any common wheat diseases. Certain varieties are inclined to lodging; such crop stands might be overgrown with weeds at the beginning of the growing season as they grow very slowly. The varieties freely available at the market should be chosen and grown. Certain varieties may be also provided by the world gene bank collections. However, growing such varieties, we may face higher risks. It is always necessary to sign a contract with a supplier in order to ensure the sale. The sale price has to compensate for the lower yield rate provided by einkorn.

Key words:

einkorn, growing, good-quality, organic farming



Abstrakt

Pšenice jednozrnka je nejstarším domestikovaným druhem pšenice. Byla však vytlačena produktivnějšími tetraploidními (pšenice dvouzrnka, pšenice tvrdá) a následně hexaploidními pšenicemi (pšenice seté, pšenice špalda). Jedná se o pluchatý druh, který poskytuje nižší výnosy, ale při vysoké jakosti produkce. Předností je vysoký obsah bílkovin, který může v některých případech dosáhnout až 20 %. Na druhou stranu není lepek pšenice jednozrnky vhodný pro klasické pekařské zpracování. Hodí se pro různé výrobky nekynutého charakteru, jako jsou sušenky, kroupy, arabský chléb apod. Je velmi vhodná pro pěstování v ekologickém zemědělství. Nemá velké

nároky na živiny a prakticky není napadána běžnými chorobami pšenice. Některé odrůdy jsou náchylné k poléhání a v důsledku pomalého růstu v počátku vegetace mohou být poškozovány plevele. Vhodné je volit k pěstování odrůdy, kterou jsou k dispozici na trhu. Je možné získat odrůdy i z kolekcí genových bank, tak jsou ale pěstitelská rizika vyšší. Pěstování je vždy vhodné při smluvním zajištění odbytu, za cenu, která kompenzuje nižší výnos.

Klíčová slova:

pšenice jednozrnka, pěstování, kvalita, ekologické zemědělství



Úvod

Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.) byla rozšířena po tisíce let na blízkém východě a v Evropě. Spolu s pšenicí dvouzrnkou patří mezi první domestikované pšenice před 10 – 12 tisíci lety. V současnosti je pšenice jednozrnka pěstována pouze na omezených plochách v některých regionech a především v podmínkách low input nebo ekologického zemědělství. Vzhledem ke vzrůstající poptávce po tradičních potravinách a vyššímu „přírodnímu charakteru potravin“ je ze strany konzumentů o pšenici jednozrnku zájem. Souvisí to také se zvýšenou poptávkou po celozrnných výrobcích a celkovou orientací společnosti na zdravý životní styl.

Název pšenice jednozrnky vychází z němčiny a znamená „jedno zrnko“. V ostatních jazycích je možné se setkat ještě s následujícím označením, jako jsou *small spelt* (anglicky), *petit épeautre* nebo *engrain* (francouzsky), *esprilla* nebo *dacan damenor* (španělsky) a *farro piccolo* (italsky).

Jednozrnka, stejně jako dvouzrnka nebo špalda patří do skupiny pluchatých pšenic, což znamená, že zrnko je po sklizni chráněno pluchami. Během sklizně se zpravidla klas rozpadá na jednotlivé klásky, které jsou jinak spojeny klasovým vřetenem. Pšenice jednozrnka, jak již napovídá její označení, má většinou jedno zrnko v klásku. Může se vyskytnout i klásek, obsahující dvě zrna. Před potravinářským zpracováním je nutné klásky vyloupat. Vyloupané zrnko má plochý, zaoblený tvar a je poměrně malé. V roce 1926 se ruské expedici podařilo najít v Turecku formu pšenice jednozrnky s nahými zrny. Tento nálezn byl klasifikován jako *T. sinskajae*. Tato jednozrnka má velmi jemné pluchy a více než polovina zrn je po sklizni „vyloupaná“.

Historie pěstování

Vznik pšenice jednozrnky je úzce spojen s počátkem uvědomělého zemědělství na území tzv. „Úrodného půlměsíce“. V této oblasti došlo k nálezům jak semen planého předka tak záměrně pěstované pšenice jednozrnky. První domestikované obilniny byly nalezeny v horní části toku řek Efrat a Tigris. V této oblasti patrně leží počátky zemědělství (Lev-Yadun et al., 2000).

T. baeticum, planý předek pšenice jednozrnky byl nalezen ve vykopávkách z doby více než 12 tisíc let př. n. l. Analýza DNA velkého množství vzorků *T. baeticum* a domestikované jednozrnky (Heun et al., 1997) určila jako místo domestikace pšenice jednozrnky v pohoří Karacadağ.



Bezpochyby byla pšenice jednozrnka velmi významnou obilninou v období mladší doby kamenné, nicméně její význam nebyl všude stejný. V Evropě byla jednozrnka spíše minoritní plodinou (převažovalo pěstování pšenice dvouzrnky a/nebo ječmene). Ve střední Asii, v údolí řeky Indus dominovala společně s ječmenem (Nesbitt a Samuel, 1996).

Jedno z archeologických nalezišť, které potvrdilo pěstování pšenice jednozrnky mimo území tzv. „Úrodného půlměsíce“ je jeskyně Franchthi v Řecku (6800 př. n. l.) (Nesbitt a Samuel, 1996; Zohary a Hopf, 2000). Z Řecka se jednozrnka rozšířila na Balkán a do údolí Dunaje. Západním směrem se rozšiřovala do středomoří podél pobřeží. V archeologických nalezištích z mladší doby kamenné pocházejí nálezy z Balkánu a východoevropských zemích (Zohary a Hopf, 2000). Do střední Evropy se zemědělství rozšířilo asi 4500 př. n. l. O dvě stě let později pak dorazilo do Skandinávie, švýcarských Alp a na Britské ostrovy. Ve stejném období se také rozšiřovala pšenice jednozrnka, což dokládají četné archeologické nálezy (Zohary a Hopf, 2000).

V prvním tisíciletí našeho letopočtu došlo k úpadku pěstování pluchatých pšenic v celé Evropě. Prakticky všude převládly odrůdy s nahými zrnky. K tomuto úpadku však nedošlo z nenadání, začal již 3000 př. n. l. ve východním Turecku a skončil ve 20. století v jižním Německu a severním Švýcarsku.

V současnosti je jednozrnka pěstována hlavně v méně příznivých oblastech pro zemědělské hospodaření a při nízkých vstupech. Užití produkce má lokální nebo domácí charakter. Jednozrnka je využívána pro výrobu celozrnných nebo pufrovaných výrobků, nebo i s pluchami jako krmivo pro monogastry. Méně často je sláma pšenice jednozrnky využívána také pro výrobu tradičních doškových střeš, jako stelivo anebo pro výrobu slaměných výrobků. Omezené pěstitelské plochy jsou například ve Francii, Albánii, Rumunsku, Itálii a Turecku (Karagöz, 1996; Peña-Chocarro, 1996; Vallega, 1996a). V minulých letech se stala jednozrnka společně s ostatními pluchatými pšenicemi předmětem zájmu výrobců potravin, konzumentů a vědců. V současnosti je realizováno několik projektů podporujících pěstování a zpracování pluchatých pšenic například ve Francii, Švýcarsku, Německu, Švédsku anebo Rakousku.



Fylogenetický vývoj

Základní sada chromozomů činí 7, s duplikací ve vegetativních buňkách. Rod *Triticum* má tři úrovně ploidie. Jednozrnka je diploidní ($2x=14$; AA), dvouzrnka tetraploidní ($4x=28$; BBAA), a pšenice špalda hexaploidní ($6x=42$; BBAADD). Pěstovaná pšenice jednozrnka, *T. monococcum*, nehrála žádnou roli během evoluce pšenice tvrdé (*T. durum*) a pšenice seté (*T. aestivum*). Dárce hexaploidní části genomu A byl planý druh pšenice jednozrnky, *T. urartu*. Pro jasné odlišení genomu pěstované domestikované pšenice jednozrnky, která byla odvozena od *T. baeticum*, je používáno označení A^m nebo A^b . *T. monococcum* se podílela jako dárce části genomu při vývoji *T. zhukovskyi* ($6x=42$; GGAA m A m), a hybridizaci s *T. timopheevi* ($4x=28$; GGAA) (Breiman a Graur, 1995).

Box 1: Historie pěstování pšenice jednozrnky

Latinský název	<i>Triticum monococcum</i> L.
Místo domestikace	Území tzv. „Úrodného půlměsíce“.
Čas domestikace	Nejstarší domestikovaná pšenice, cca 10 tis. let př. n. l.
Pěstitelské plochy	V ČR se prakticky nepěstuje. Největší pěstitelské plochy jsou v německy mluvících zemích, ve Francii nebo Itálii.
Ploidie	Diploidní pšenice.
Zrno	Malá zrna, která se musejí před zpracováním loupát.
Typ vývoje	Jsou k dispozici jarní, ozimé a přesívkové formy.

Pěstování v ekologickém zemědělství

Praktických zkušeností s pěstováním pšenice jednozrnky není v ekologickém zemědělství mnoho. Na omezených plochách (tisíce hektarů ročně) se několik posledních let pěstuje v ekologickém zemědělství v Rakousku. Určité zkušenosti s pěstováním pšenice jednozrnky jsou také ve středomořských státech (Itálie nebo Španělsko) (Vallega, 1992). Zde panují odlišné půdně-klimatické podmínky než ve střední Evropě. Velmi často se také jedná spíše o low input zemědělství než certifikované ekologické zemědělství.

Při stanovení vhodné agrotechniky můžeme vycházet z osvědčených postupů, které se využívají při pěstování méně náročných druhů obilnin. Pšenice jednozrnka má však některá specifika, která budou podrobněji uvedena v následující části.



Nároky na prostředí

Historicky byla pšenice jednozrnka pěstována v chladných klimatických podmínkách marginálních oblastí (Frégeau-Reid a Abdel-Aal, 2005). U ozimých odrůd je v literárních pramenech uváděna vysoká odolnost k vymrznutí. Pšenice jednozrnka snáší písčité a kamenité pozemky, na kterých by bylo obtížné pěstovat jiné druhy pšenice. Naopak nevhodné jsou pozemky zamokřené s těžkou jílovitou půdou.

Zařazení v osevním postupu

Na předplodinu nemá velké nároky. Při zařazování do osevního postupu platí obdobné zásady jako při řazení ovsa nebo žita. Její pěstování není v úrodných oblastech vhodné po plodinách zanechávajících v půdě nadbytek dusíku, protože se zvyšuje riziko poléhání. Na druhou stranu v méně příznivých oblastech pro pěstování obilnin je vhodné ji zařadit po zlepšujících předplodinách, které ale v půdě nezanechávají nadbytek dusíku.

Výživa rostlin a hnojení

Harmonická výživa fosforem, draslíkem a hořčíkem by měla vycházet ze zpracovaného plánu hnojení a výsledků agrochemického zkoušení půd. K zajištění výživy postačují pouze malé dávky živin.

U pluchatých pšenic byla zaznamenána negativní výnosová odezva na zvyšující se dávky dusíkatých hnojiv. Například Codianni et al. (1993) in Troccoli a Codianni (2005) popsal pokles výnosu pšenice jednozrnky v závislosti na zvyšujících se dávkách dusíkatého hnojiva. Jako optimální dávka dusíku (z organických hnojiv v ekologickém zemědělství) pro pšenici dvouzrnku se pohybuje v rozmezí 60 – 90 kg N.ha⁻¹ (Marino et al., 2009). V případě zvýšení dávky hrozí riziko polehnutí a výnosový efekt bude spíše negativní (Castagna et al., 1995).

Odrůdy

Získat kvalitní osivo osvědčené odrůdy pšenice jednozrnky není příliš snadné. K dispozici je několik odrůd s různou dostupností. Vždy platí, že se jedná o materiály, které nemají charakter odrůdy, tak jak je tomu u pšenice seté. Genotypy pšenice jednozrnky mohou být právně chráněny, mohou projít zkouškami odlišitelnosti, jednotnosti a uniformity (tzv. DUS testing - Distinctiveness,



Uniformity, Stability). Neprocházejí ale zkouškami užité hodnoty (VCU - Value for Cultivation a Use). Obecně se dostupné odrůdy vyznačují vysokou odnožovací schopností a vitalitou. Jsou odolné vůči houbovým chorobám. Problémem je nízký sklizňový index a celkově snížená výnosová úroveň. Velké problémy také může způsobit náchylnost většiny odrůd k poléhání. V některých zemích se pěstují ozimé formy, v jiných spíše jarní formy. Řada odrůd je také tzv. přesívkového typu (je možné je sít na jaře i na podzim). Výnos tvoří odrůdy pšenice jednozrnky vyšším počtem zrn v klasu. Zrna jsou poměrně drobná (hmotnost tisíce zrn se pohybuje v rozmezí 21 – 28 g). Charakteristickým znakem je také velmi hustý klas, kdy počet klásků na stejnou délku klasu je oproti pšenici seté téměř dvojnásobný (tabulka 1).

V České republice není pšenice jednozrnka zařazena v Druhovém seznamu Zákona 219/2003 Sb. a v důsledku toho nejsou případné odrůdy této plodiny v České Republice registrovány. Mohou však být právně chráněny. Osivo žádné české odrůdy pšenice jednozrnky není v distribuční síti v České republice k dispozici. Farmáři mají pouze možnost pěstovat namnožené osivo pocházející z genetických zdrojů, anebo využít osivo dovezené.

V Rakousku je na omezených plochách pšenice jednozrnka setá. Farmáři využívají vlastní osivo dříve pěstovaných krajových odrůd. Jedná se například o „Vorarlberger Einkorn“, nebo odrůdy získané z genových bank („Ebners Einkorn“ nebo „Leipzig Spät“). Zmíněná „Ebners Einkorn“ je v Rakousku, ale i v České republice distribuována společností Saatbau Linz.

V Maďarsku byla vyšlechtěna z genetických zdrojů ve výzkumné stanici v Martonvásáru odrůda Mv Alkor (prodává Elitmag Kft.). Tato odrůda je přesívkového charakteru a byla šlechtěna a testována v podmínkách ekologického zemědělství. V Německu byly v minulých letech vyšlechtěny tři ozimé odrůdy pšenice jednozrnky na šlechtitelské stanici Cereal Breeding Research Darzau (Albini, Tifi, Terzino).

Z mimoevropských států věnuje pozornost jednozrnce také Kanada a USA. Zde byla vyšlechtěna nahá forma této pšenice. Osivo však není v současné době v Evropě dostupné, nicméně je to zajímavý příklad práce s genetickými zdroji. Filatenko a Kurkiev (1975) popsali nahou formu pšenice jednozrnky jako *Triticum monococcum* L. convar. *sinskajae* (A.Filat. et Kurk.). Nahá zrna byla nalezena ve vzorcích ze sběrové expedice, kterou pořádal Zhukovskij v roce 1926 v Turecku. Tento vzorek je uložen v genové bance VIR v Petrohradu. Díky křížení a následnému výběru byla získána další jednozrnka „sinskajae“. U této odrůdy došlo ke zlepšení vzházivosti, rychlejšímu dozrávání a odnožování (Vallega, 1996b). V současnosti je uložena v genové bance v Aberdeenu (Idaho) v USA.



Tabulka 1: Produktivita klasu odrůd pšenice jednozrnky (průměr/směrodatná odchylka/LSD test) (2 ročníky, 3 opakování)

Odrůda	Hmotnost zrn na klas (g)	Délka klasu (cm)	Hustota klasu ³	HTZ (g)
Pšenice jednozrnka (<i>Triticum monococcum</i> L.)				
J1 - T. monococcum (ECN 01C0204038)	0,4±0,1 ^{ab}	5±0,2 ^{bc}	38±8,2 ^b	27±1,4 ^a
J2 - T. monococcum (ECN 01C0204044)	0,4±0,3 ^{ab}	4±0,3 ^a	39±5,3 ^b	28±4,1 ^a
J3 - T. monococcum (ECN 01C0204261)	0,4±0,1 ^{ab}	5±0,1 ^c	38±7,9 ^b	24±5,1 ^{ab}
J4 - No. 8910 (ECN 01C0204542)	0,6±0,1 ^b	5±0,6 ^{ab}	41±4,9 ^b	26±2,5 ^a
J5 - T. monococcum (ECN 01C0204040)	0,5±0,2 ^{ab}	5±0,2 ^{bc}	38±7,2 ^b	28±4,5 ^a
J6 - Schwedisches Einkorn	0,3±0,0 ^a	4±0,4 ^a	47±4,4 ^c	21±2,1 ^b
Kontrolní odrůdy pšenice seté (<i>Triticum aestivum</i> L.)				
Jara	1,3±0,2 ^c	10±0,2 ^d	18±3,2 ^a	39±3,3 ^c
Granny	1,3±0,4 ^c	10±0,1 ^d	18±0,9 ^a	33±6,0 ^d
SW Kadrlj	1,1±0,1 ^c	7±0,3 ^e	22±2,1 ^a	41±0,9 ^c
Pozn.: LSD test - statisticky průkazné rozdíly $P < 0,05$				

Příprava půdy a setí

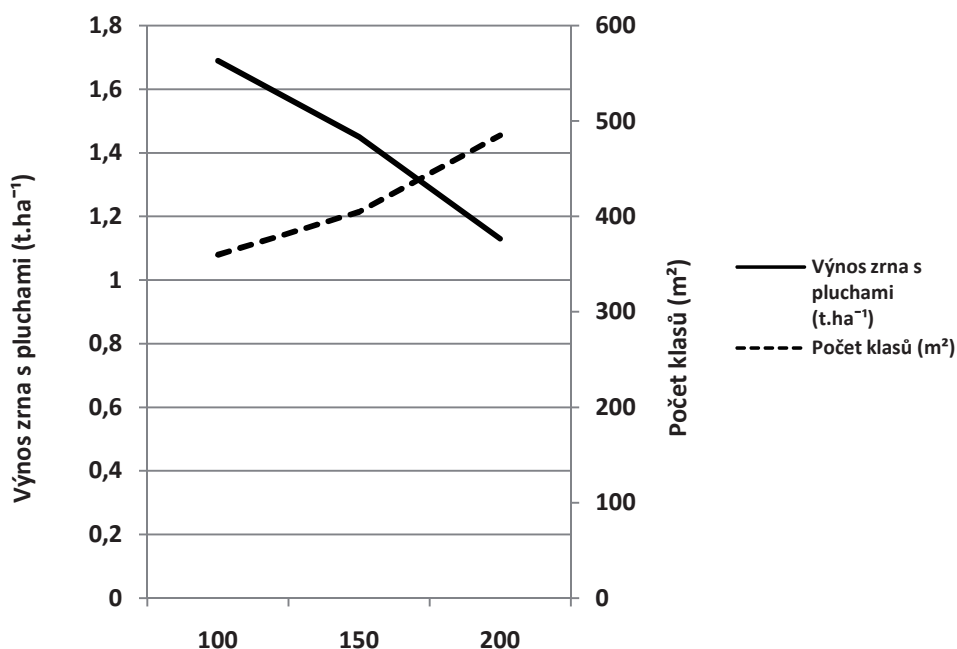
Zásady zpracování půdy a přípravy půdy před setím jsou stejné jako u ostatních obilnin. Po sklizni předplodiny je provedená podmtka, spojená se zasetím meziploidy (je-li to z časových a organizačních důvodů možné). Vyhovující je střední a kvalitně provedené orba. Seťové lůžko by mělo být připraveno do hloubky 3 – 4 cm. Je-li pozemek zaplevelený pýrem (*Elytrigia repens*) je vhodné při předseťové přípravě využít klasické hřebové brány a pýr vyvláčet.

K setí se volí zásadně nevyloupané klásky, protože vyloupaná zrna rychle ztrácejí klíčivost. Celé nevyloupané klásky musí být zbavené osin, protože jinak hrozí riziko ucpání výsevního ústrojí secího stroje. Podzimní výsev ozimých odrůd je vhodný v obdobném termínu jako u pšenice seté (*Triticum aestivum* L.). Časný jarní výsev jarních odrůd by měl být proveden do hloubky 2 – 3 cm. Po zasetí přispívá za suchého počasí válení rýhovanými válci ke zlepšení zásobování klíčících obilí vládou.

Na základě našich zkušeností je možné doporučit při ekologickém pěstování jarních forem pšenice jednozrnky snížený výsevek oproti pšenici seté na 300 – 350 zrn na metr čtvereční. Hmotnost tisíce zrn (vyloupaných) se v průměru u pšenice jednozrnky pohybuje 25 – 30 g. Pluchatost činí asi 30 %. Průměrná klíčivost zrn v neloupaných kláscích bývá běžně 90 %. V tomto případě by výsevek činil 120 – 140 kg neloupaných klásků na jeden hektar. Distributor maďarské odrůdy Mv Alkor doporučuje výsevek 250 – 450 klíčivých zrn na metr čtvereční (www.elitmag.hu).



Graf 1: Vliv výsevku na výnos a počet klasů v porostu u ozimé formy pšenice jednozrnky, pěstované v Itálii (upraveno dle Troccoli a Codianni, 2005)



V zahraniční literatuře jsou hlavně u ozimých forem v důsledku zvýšeného odnožování uváděny výsevky ještě nižší. Vychází se z toho, že řidší porost přispívá ke zvýšení odolnosti rostlin vůči poléhání. Snížený počet rostlin je dále kompenzován zvýšením produktivního odnožování. Podle údajů, které publikovali Troccoli a Codianni (2005) je zřejmé, že ozimé formy pšenice jednozrnky potřebují dostatek prostoru a výnos tvoří především zvýšením produktivního odnožování (3 – 4 odnože na rostlinu). Jak je patrné z grafu 1, se zvyšujícím se výsevkem klesal hektarový výnos zrna. Jako nejproduktivnější porost se jevila varianta s výsevkem 100 klíčivých zrn na metr, což před sklizní činilo 360 klasů na metr čtvereční. Dříve publikovaná data s tímto zjištěním nesouhlasí, například Codianni et al. (1993). Možnou příčinou odlišných zjištění je odolnost k poléhání a aktuální průběh ročníku u daného experimentu.

Regulace plevelů

Zvýšená pozornost musí být věnována regulaci plevelů, protože jednozrnka má v době odnožování pomalý růst a mladé rostliny jimi mohou být snadno poškozeny. Na druhou stranu od období sloupkování již plevelé nepředstavují závažný problém, protože odnožující a poměrně vysoké rostliny pšenice jednozrnky dokážou plevelné rostliny potlačit (Frégeau-Reid a Abdel-Aal, 2005). Z tohoto důvodu se doporučuje



převláčení porostu plecími branami neprodleně po nárůstu třetího listu u mladých rostlin pšenice jednozrnky. Možné je také vláčení pozemku lehkými (síťovými) branami několik dnů po zasetí, kdy dojde ke zničení nitkujících plevelů. K omezování plevelů může docházet také při dělené předseťové přípravě půdy. Dovolí-li to podmínky prostředí (u ozimých odrůd dostatek času; u jarních odrůd časný nástup jara a vyschnutí pozemku), je vhodné nejprve prokypřit povrch půdy například prutovými branami a tím podpořit vzcházení plevelů. Nitkující plevele jsou poté s odstupem několika dnů zničeny při předseťové přípravě půdy.

Dalším rizikovým faktorem při pěstování pšenice jednozrnky je její náchylnost k poléhání (Tabulka 2). Ta může vést v kombinaci s delší vegetační dobou řady odrůd k vážnému poškození porostu plevely. Nejdůležitějšími preventivními opatřeními je volba odolných (méně poléhavých odrůd), nepřehoustlý porost a vyvarování se pěstování pšenice jednozrnky na silně zaplevelených pozemcích (plevele s rychlým počátečním růstem).

Regulace chorob a škůdců

Odrůdy pšenice jednozrnky nejsou napadány běžnými chorobami pšenice jako je padlí travní (*Blumeria graminis*) nebo rez pšeničná (*Puccinia triticina*) (Tabulka 2). Jednozrnka se často využívá jako šlechtitelský zdroj rezistence vůči těmto chorobám. Ve vlhkém roce a při polehnutí porostu může docházet k rozvoji klasových fuzarióz. Na druhou stranu při srovnání s ostatními druhy pšenice (dvouzrnka, špalda, pšenice setá) je toto napadení vždy nejnížší (Konvalina et al., 2011). Výjimku činí každoročně některé odrůdy pšenice jednozrnky, kdy jsme v klasech zaznamenali ojedinělý výskyt sklerocií paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*). Výskyt paličkovice nachové by mohl způsobit vážné zdravotní potíže, protože je silně toxická (Lev-Yadum a Halpern, 2007). Vzhledem k vysoké odolnosti pšenice jednozrnky vůči běžným chorobám pšenice budou postačovat v ekologickém zemědělství běžná preventivní opatření jako dobře sestavený oseední postup, volba zdravého osiva a nepřehoustlý a nepřehnojený porost.

Zvlášť významné napadení porostů škůdci jsme nezaznamenali a ani není uváděno v literatuře. Na některých stanovištích může být pšenice jednozrnka napadena běžnými škůdci obilnin, především pak kohoutkem černým (*Kulena melanopus*) a modrým (*Oulema lichenis*). Tento škůdce způsobuje podélné úzké pruhy mezi listovými žebry vykousané brouky a larvami. Jako ochranu je možné využít některá z doporučených preventivních opatření, jako je volba odrůd s ochmýřenými listy. Pozitivně se také uplatňuje přirozená regulace kohoutků vycházející z potravních vztahů (larvy i vajíčka kohoutků jsou napadána sluněčky,



střevlíky, drapčíky, zlatoočkami, dravými plošticemi a entomopatogenní houbou *Entomophthora* (Agromanuál, 2012).

Tabulka 2: Vybrané hospodářsky významné znaky krajových odrůd pšenice jednozrnky (průměr/směrodatná odchylka/LSD test) (2 ročníky, 3 opakování), lokalita České Budějovice, ČR

Odrůda	Rez pšeničná ^{1,3}	Padlí travní ^{2,3}	Výška rostliny (cm)	Poléhání (průměr DC 59; 87) ³
Pšenice jednozrnka (<i>Tritium monococcum</i> L.)				
J1 - T. monococcum (ECN 01C0204038)	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	136±5,5 ^a	5,9±0,4 ^{ac}
J2 - T. monococcum (ECN 01C0204044)	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	137±5,0 ^a	5,8±0,5 ^a
J3 - T. monococcum (ECN 01C0204261)	9,0±0,0 ^a	8,7±0,4 ^{ab}	135±5,8 ^a	5,9±0,0 ^a
J4 - No. 8910 (ECN 01C0204542)	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	131±1,7 ^a	6,5±0,8 ^c
J5 - T. monococcum (ECN 01C0204040)	9,0±0,0 ^a	8,7±0,4 ^{ab}	132±4,2 ^a	5,8±0,8 ^a
J6 - Schwedisches Einkorn	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	94±8,3 ^b	7,5±0,5 ^d
Kontrolní odrůdy pšenice seté (<i>Tritium aestivum</i> L.)				
Jara	7,5±0,8 ^c	7,1±0,5 ^c	130±13,6 ^a	8,5±0,6 ^b
Granny	5,5±0,8 ^b	8,6±0,5 ^b	96±0,8 ^b	9,0±0,0 ^b
SW Kadrilj	8,5±0,8 ^a	8,8±0,3a ^b	100±0,8 ^b	9,0±0,0 ^b
Pozn.: LSD test - statisticky průkazné rozdíly $P < 0,05$; ¹ DC 77; ² průměr DC 37, 51, 77; ³ 9 = vysoká odolnost				

Sklizeň a posklizňové ošetření

Pro sklizeň je třeba upravit kombajn tak, aby zachytil drobná vyloupaná zrna i celé jednozrné klásky. Jednozrnka by měla být sklizena v plné zralosti při nižší vlhkosti, v opačném případě hrozí nedostatečné vymlácení pevných a plochých klásků.

Po sklizni je nutné zrno provětrávat a dosušit, aby nedošlo k zapaření. Především ve vlhkém roce může docházet k podrůstání a zvýšení podílu nedozrálých částí klasů. V každém případě je nutné skladovat zrno jednozrnky zásadně nevyloupané. Loupání je vhodné až těsně před konečným zpracováním. Podíl pluch činí u většiny odrůd asi 30 %. Při plně mechanizovaném loupání můžeme počítat až se ztrátami 20 % zrn v důsledku jejich mechanického poškození. Z praktického hlediska bude činit vyloupané zrna 50 – 60 % sklizených klásků (Graugruber et al., 2004).



Box 2: Agrotechnika pšenice jednozrnky

Nároky na prostředí	Snáší kamenité a písčité půdy. Lze pěstovat na méně úrodných pozemcích. Nevhodné pěstování na zamokřených a těžkých půdách.
Osevní postup	Po předplodinách nezanechávající příliš dusíku v půdě. Vhodné jsou například okopaniny. Na méně úrodných pozemcích luskoviny.
Výživa rostlin a hnojení	Živiny zanechané předplodinou. Přehnojení dusíkem zvyšuje riziko poléhání a vede k poklesu výnosů.
Odrůdy	V Rakousku například odrůda „Bio - Einkorn“ nebo maďarská Mv Alkor. Možnost volby osvědčených odrůd z genetických zdrojů.
Příprava půdy a setí	Běžná příprava jako pro ostatní obilniny. Seťové lůžko 3 – 4 cm. Doporučený výsevek 250 – 350 klíčivých zrn/m ² . Nižší výsevek u ozimých forem, vyšší výsevek u jarních forem.
Regulace plevelů	Dobrá konkurenční schopnost. Vyšší riziko při polehnutí porostu. Běžné ošetření za použití vláčení.
Regulace chorob a škůdců	Běžné choroby pšenice prakticky jednozrnku nenapadají. Zvýšené riziko výskytu paličkovice nachové (námel).
Sklizeň	V plné zralosti. Při sklizni by nemělo dojít k vymlácení zrn z pluch (snížení klíčivosti a jakosti). Po sklizni vyčistit a dosušit.

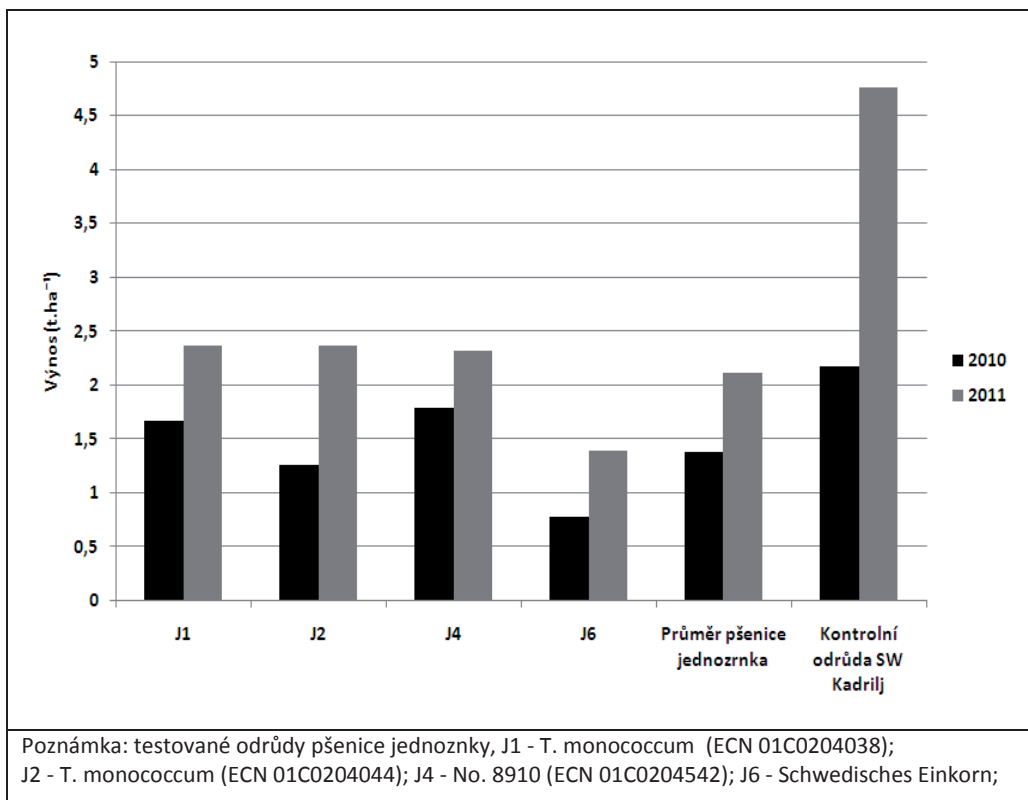
Ekonomika pěstování

Tržní produkce (vyčištěné celé klásky) se reálně dle podmínek prostředí a aktuálního průběhu ročníku bude v podmínkách ekologického zemědělství pohybovat v rozmezí 1 – 2 t.ha⁻¹. V experimentálních podmínkách byl výnos u jednotlivých odrůd v průměru v rozmezí 0,8 – 2,4 t.ha⁻¹ (graf 2). Pro pšenici jednozrnku je charakteristický nízký sklizňový index (podíl zrna ke slámě činí 30 – 40 %). Naopak pozitivně je hodnocen hektarový výnos proteinu, kde je rozdíl oproti pšenici seté nižší (tabulka 3).

Nálady na pěstování pšenice jednozrnky jsou velmi obdobné jako při pěstování pšenice seté. Na druhou stranu dosahuje výnosová úroveň pšenice jednozrnky 25 – 50 % výnosové úrovně pšenice seté. V případě smluvního pěstování a realizace zrna v biokvalitě by mělo být pěstování pšenice jednozrnky rentabilní. Ceny vyloupaného zrna se v maloobchodní síti pohybují v Polsku na úrovni 2 EUR za 1 kg. V německy mluvících zemích nad 3 EUR za 1 kg. Na americkém trhu je 1 kg vyloupaného zrna nabízeno až za 6 EUR. V případě prodeje celých klásků zpracovatelské organizaci bude cena samozřejmě výrazně nižší.



Graf 2: Výnosová úroveň 4 odrůd pšenice jednozrnky ve srovnání s kontrolní odrůdou pšenice seté - SW Kadrilj na stanovišti v Edelhofo (Rakousko)



Tabulka 3: Vybrané hospodářsky významné znaky krajových odrůd pšenice jednozrnky (průměr/směrodatná odchylka/LSD test) (2 ročníky, 3 opakování), lokalita České Budějovice, ČR

Odrůda	HI	Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	Obsah proteinu (%)	Výnos proteinu (t.ha ⁻¹)
Pšenice jednozrnka (<i>Triticum monococcum</i> L.)				
J1 - T. monococcum (ECN 01C0204038)	0,35±0,1 ^{ac}	2,3±1,8 ^{bc}	17,5±1,4 ^b	0,37±0,3 ^{abc}
J2 - T. monococcum (ECN 01C0204044)	0,37±0,1 ^{ab}	1,6±1,2 ^a	18,1±2,1 ^b	0,26±0,2 ^{ab}
J3 - T. monococcum (ECN 01C0204261)	0,29±0,0 ^c	1,0±0,5 ^a	17,5±1,3 ^b	0,18±0,1 ^b
J4 - No. 8910 (ECN 01C0204542)	0,42±0,0 ^b	1,9±0,7 ^{bc}	15,1±0,2 ^a	0,28±0,1 ^{ab}
J5 - T. monococcum (ECN 01C0204040)	0,36±0,0 ^{ab}	2,0±1,3 ^{bc}	18,3±0,7 ^b	0,38±0,2 ^{abc}
J6 - Schwedisches Einkorn	0,32±0,1 ^{ac}	2,4±1,9 ^{bc}	15,2±0,8 ^a	0,37±0,3 ^{abc}
Kontrolní odrůdy pšenice seté (<i>Triticum aestivum</i> L.)				
Jara	0,38±0,0 ^{ab}	3,9±2,3 ^{bc}	14,7±0,4 ^a	0,57±0,3 ^{ac}
Granny	0,38±0,1 ^{ab}	3,9±3,1 ^{bc}	13,2±0,5 ^c	0,52±0,4 ^a
SW Kadrlj	0,42±0,0 ^b	4,7±2,5 ^c	14,3±0,9 ^{ac}	0,65±0,3 ^c
Pozn.: LSD test - statisticky průkazné rozdíly $P < 0,05$				

Kvalita produkce

Je obecně známé, že pšenice jednozrnka ve srovnání s pšenicí setou vyniká vysokým obsahem proteinu, žlutou barvou endospermu, a na druhou stranu nízkými hodnotami reologických vlastností. Velmi vysoký obsah proteinu (více než 20 %) zaznamenal například Borghi et al. (1996) nebo Grausgruber et al. (2004a). V obsahu bílkovin jsou velké rozdíly, z hlediska aminokyselinového složení (množství aminokyselin na gram zrna) nejsou ve srovnání s pšenicí setou významné rozdíly (Acquistucci et al., 1995; Grausgruber a Arndorfer, 2002). Určité rozdíly ve prospěch pšenice jednozrnky byly zjištěny pouze v případě kyseliny glutamové (Abdel-Aal a Hucl, 2002). Obsah celkové vlákniny je méně než 10 % a je průkazně nižší než u pšenice tvrdé nebo seté (Abdel-Aal et al., 1995; Grausgruber et al., 2004b). Tento rozdíl je způsoben nerozpustnou složkou vlákniny (Abdel-Aal et al., 1995).

Z hlediska minerálního složení zrna zaznamenal Bálint et al. (2001) nepatrně vyšší obsah železa a hořčíku ve srovnání s pšenicí setou, zatímco Jantsch a Trautz (2003) uvádí zvýšený obsah zinku a hořčíku. Abdel-Aal et al. (1995) zaznamenal prokazatelně vyšší obsah fosforu a draslíku ve srovnání s pšenicí setou. Obsah popelovin v celozrnné nebo klasické mouce byl zpravidla vyšší než u pšenice tvrdé nebo seté (D'Egidio et al., 1993; Abdel-Aal et al., 1995; Grausgruber et al., 2004b).



Přestože tvrdost zrna vykazuje značnou variabilitu, většina vzorků pšenice jednozrnky má velmi měkkou texturu zrna (Corbellini et al., 1999). Tvrdost zrna je jedním z podstatných znaků pro determinaci konečného využití zrna. V důsledku měkkého zrna jsou jednotlivé zrnitostní frakce při mletí větší a produkce otrub je nižší, pokud hodnotíme podíl jednotlivých pasáží mouky (Frégeau-Reid a Abdel-Aal, 2005). D'Egidio et al. (1993) vysvětluje vyšší výtěžnost mouky při mletí jako výsledek absence hlubší rýhy na obilce, což je charakteristické pro druhy s vyšší ploiditou.

Mnoho autorů popisuje vysoký obsah proteinu, ale lepek je velmi roztékavý. Nízká pekařská jakost pšenice jednozrnky vychází z nízké pevnosti lepku, nízkých hodnot sedimentace a reologických vlastností těsta (Tabulka 4). Z toho důvodu není pšenice jednozrnka vhodná pro přípravu klasického kynutého chleba (D'Egidio et al., 1993). Kvalita lepku předurčuje perspektivní využití pšenice jednozrnky například pro výrobu sušenek, dortů a dalších sladkých produktů.

Poměr gliadinové a gluteninové frakce bílkovin pšenice jednozrnky je odlišné ve srovnání s pšenicí setou. Pšenice jednozrnka má podíl 2:1, zatímco pšenice setá zpravidla 1:1 (Frégeau-Reid a Abdel-Aal, 2005). Přesto byly nalezeny odrůdy s lepšími vlastnostmi (vysoký objem pečiva, apod.) (Borghi et al., 1996). Tito autoři tak konstatují, že některé odrůdy mohou mít pekařské vlastností blíží se vlastnostem pšenice seté. V současnosti jsou tyto odrůdy registrovány v Itálii a na trhu jsou obchodovány pod označením Monlis.

Pšenice jednozrnka má také vyšší obsah karotenoidů ve srovnání s ostatními druhy pšenice (Frégeau-Reid a Abdel-Aal, 2005; Hidalgo et al., 2006; Kirchmaier et al., 2012). Karotenoidy jsou v endospermu poměrně stabilní i při delším skladování (Hidalgo a Brandolini, 2008), patrně v důsledku snížení lipoxygenázové aktivity (Leenhardt et al., 2006).



Tabulka 4: Kvalita zrna krajových odrůd pšenice jednozrnky ve srovnání s moderními odrůdami pšenice seté (upraveno dle Capouchová et al., 2009)

Parametr	Obsah hrubého proteinu (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS-test (ml)	Falling number (s)
Pšenice jednozrnka (<i>Triticum monococum</i> L.) - 24 krajových odrůd					
Průměr	15,40	40,45	17	15	373
Směrodatná odchylka	0,88	3,62	8,25	5,21	19,45
Variační koeficient (%)	5,58	8,95	48,05	34,34	5,21
Kontrolní odrůdy pšenice seté (<i>Triticum aestivum</i> L.)					
Jara - průměr	13,07	30,85	67	48	329
Granny - průměr	12,52	28,55	83	55	393
SW Kadrij - průměr	12,39	28,36	85	74	294

Box 3: Kvalita pšenice jednozrnky

Obsah bílkovin	Běžně se pohybuje okolo 15 %, je možné nalézt genotypy i s obsahem převyšujícím 20 %.
Perspektivní výrobky	Produkty nekynuté povahy, jako jsou sušenky, arabský chléb apod. Je možné připravovat produkty jako je rýže apod.
Zápory	Nízká pekařská jakost (nízká bobtnavost bílkovin).
Klady	Vyšší obsah karotenoidů.
Dostupnost výrobků	V řadě zemí je možné zakoupit produkty z pšenice jednozrnky (Rakousko, Německo, Francie, Itálie, ...).



Citovaná literatura

- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P. (2002): Amino acid composition and *in vitro* digestibility of selected ancient wheats and their end products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 737-747.
- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P., Sosulski, F. W. (1995): Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chemistry*, 72: 621-624.
- Acquistucci, R., D'Egidio, M. G., Vallega, V. (1995): Amino acid composition of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal Chemistry*, 71: 213-216.
- Bálint, A. F., Kovács, G., Erdei, L., Sutka, J. (2001): Variability of mineral element concentrations in the whole grain of *Triticum* L. and *Aegilops* L. Species. In: Swiecicki, W., Naganowska, B., Wolko, B. (Eds.), *Broad variation and precise characterization – Limitation for the future*. Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Poznan, Poland, pp. 153-154.
- Borghi, B., Castagna, R., Corbellini, M., Heun, M., Salamini, F. (1996): Breadmaking quality of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*). *Cereal Chemistry*, 73: 208-214.
- Breiman, A., Graur, D. (1995): Wheat evolution. *Israel Journal of Plant Sciences*, 43: 85-98.
- Castagna, R., Borghi, B., Di Fonzo, N., Heun, M., Salamini, F. (1995): Yield and related traits of einkorn (*T. monococcum* spp. *monococcum*) in different environments. *European Journal of Agronomy*, 4: 371-378.
- Codianni, P., Paoletta, G., Castagna, R., Li Destri Nicosia, O., Di Fonzo, N. (1993): Agronomical performance of farro in southern Italy environments. *L'Informatore Agrario* 38, 45-48.
- Corbellini, M., Empili, S., Vaccino, P., Brandolini, A., Borghi, B., Heun, M., Salamini, F. (1999): Einkorn characterisation for bread and cookie production in relation to protein subunit composition. *Cereal Chemistry*, 76: 727-733.
- D'Egidio, M. G., Nardi, S., Vallega, V. (1993): Grain, flour, and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal Chemistry*, 70: 298-303.
- Filatenko, A. A., Kurkiev, U. K. (1975): A new species *Triticum sinskajae* A. *Genetike i Selekcii*, 54: 239-241.
- Frégeau-Reid, J., Abdel-Aal, E-S. M. (2005): Einkorn: A potential functional wheat and genetic resource. In: Abdel-Aal, E-S. M., Wood, P. (Eds), *Speciality grains for food and feed*, American Association of Cereal Chemists Inc., Minnesota, pp. 37-62.
- Grausgruber, H., Arndorfer, M. (2002): Current situation of einkorn (*Triticum monococcum* subsp. *monococcum*) and emmer (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*) cultivation in Austria. In: Marè, C., Faccioli, P., Stanca, A. M. (Eds.), *Biodiversity to genomics: Breeding strategies for small grain cereals in the third millennium*. *Proceedings of the EUCARPIA Cereal Section Meeting*, 21-25.



11. 2002, Salsomaggiore, Italy. Experimental Institute for Cereal Research, Fiorenzuola d'Arda, Italy, pp. 45-47.
- Grausgruber, H., Sailer, C., Ghambashidze, G., Bolyos, L., Ruckenbauer, P. (2004a): Genetic variation in agronomic and qualitative traits of ancient wheat. In: Vollmann, J., Grausgruber, H., Ruckenbauer, P. (Eds), Genetic variation for plant breeding. Proceedings of the 17th EUCARPIA General Congress, 8-11. 9. 2004, Tulln, Austria. BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, pp. 19-22.
- Grausgruber, H., Scheiblaue, J., Schönlechner, R., Ruckenbauer, P., Berghofer, E. (2004b): Variability in chemical composition and biologically active constituents of cereals. In: Vollmann, J., Grausgruber, H., Ruckenbauer, P. (Eds), Genetic variation for plant breeding. Proceedings of the 17th EUCARPIA General Congress, 8-11. 9. 2004, Tulln, Austria. BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, pp. 23-26.
- Heun, M., Schäfer-Pregl, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B., Salamini, F. (1997): Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, 278: 1312-1314.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. (2008): Protein, ash, lutein and tocol distributions in einkorn (*T. monococcum* L. subsp. *monococcum*) seed fractions. *Food Chemistry*, 107: 444-448.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C., Piscozzi, R. (2006): Carotenoids and tocols of einkorn wheat (*T. monococcum* L. subsp. *monococcum*). *Journal of Cereal Science*, 44: 182-193.
- Jantsch, P., Trautz, D. (2003): Einkorn (*Triticum monococcum*) und Emmer (*Triticum dicoccum*) im Ökologischen Landbau: Zweijährige Forschungsergebnisse zu Anbau und Qualität. In: Freyer, B. (Ed.), Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau – Ökologischer Landbau der Zukunft, 24.-26. 2. 2003, Vienna, Austria. Institut für ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur, Wien, Austria, pp. 41-44.
- Karagöz, A. (1996): Agronomic practices and socioeconomic aspects of emmer and einkorn cultivation in Turkey. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), Hulled wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on Hulled Wheats, 21-22. 7. 1995, Castelvechio Pascoli, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 172-177.
- Kirchmaier, S., Vollmann, J., Negash Geleta Ayana, Siebenhandl-Ehn, S., Prückler, M., Grausgruber, H. (2012): Phänotypisierung mittels Nahinfrarot-Spektroskopie am Beispiel Gelbpigmentgehalt des Weizens. 62. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 22.-23. 11. 2011, Raumberg-Gumpenstein, Austria. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Austria, pp. 37-41.
- Konvalina, P., Capouchová, I., Stehno, Z., Moudrý J. jr., Moudrý J. (2011b): *Fusarium* Identification by PCR and DON content in grain of ancient wheat. *Journal of Food, Agriculture a Environment*, 9: 321-325.



- Leenhardt, F., Lyan, B., Rock, E., Boussard, A., Potus, J., Chanliaud, E., Remesy, C. (2006): Genetic variability of carotenoids concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties. *European Journal of Agronomy*, 25: 170-176.
- Lev-Yadun, S., Gopher, A., Abbo, S. (2000): The cradle of agriculture. *Science*, 288: 1602-1603.
- Lev-Yadun, S., Halpern, M. (2007): Ergot (*Claviceps purpurea*) - An aposematic fungus. *Symbiosis*, 43: 105-108.
- Marino, S., Tognetti, R., Alvino, A. (2009): Crop yield and grain quality of emmer populations grown in central Italy, as affected by nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 31: 233-240.
- Nesbitt, M., Samuel, D. (1996): From a staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), *Hulled wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on Hulled Wheats*, 21-22. 7. 1995, Castelvecchio Pascoli, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 41-101.
- Peña-Chocarro, L. (1996): *In situ* conservation of hulled wheat species: the case Spain. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), *Hulled wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on Hulled Wheats*, 21-22. 7. 1995, Castelvecchio Pascoli, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 128-146.
- Troccoli, A., Codianni, P. (2005): Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rainfed conditions in southern Italy. *European Journal of Agronomy* 22: 293-300.
- Vallega, V. (1992): Agronomic performance and breeding value of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum*. *Euphytica*, 61: 13-23.
- Vallega, V. (1996a): The quality of *Triticum monococcum* L., in perspective. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), *Hulled wheats. Proceedings of the 1st International Workshop on Hulled Wheats*, 21-22. 7. 1995, Castelvecchio Pascoli, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 212-219.
- Vallega, V. E. (1996b): Registration of partially free-threshing diploid wheat germplasm. *Crop Science*, 36: 1717.
- Zohary, D., Hopf, M. (2000): *Domestication of plants in the Old World*, 3rd Ed. Oxford University Press, New York.





Kapitola 2.

Pšenice dvouzrnka [*Triticum diccocus* (Schrank) Schuebl.]

Petr Konvalina¹, Heinrich Grausgruber²

¹Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13
370 05 České Budějovice, Česká Republika, <http://konvalina.zf.jcu.cz>
e-mail: konvalina@zf.jcu.cz

²University of Natural Resources and Life Sciences, Department of Crop Sciences
Division of Plant Breeding, Konrad Lorenz-Str. 24, 3430 Tulln, Rakousko
e-mail: heinrich.grausgruber@boku.ac.at

Abstract:

Emmer wheat is the second wheat species which has been domesticated, just after einkorn. It used to be one of the most important crops in the past, for the period of 7,000 years. However, it was replaced by more productive and profitable cereal species later. It is still grown in montane regions, around the Mediterranean sea, and other parts of the world (Ethiopia, Morocco, Yemen, or India). It has also become more common in Europe, as the organic farming system has developed there. Although it used to be a very important crop in the past, it is grown on a limited small surface nowadays. Therefore, there is any list of principles of emmer wheat growing and treatment missing. This chapter deals with emmer wheat characteristic featu-

res, the ones distinguishing emmer wheat from the other cereal species, in particular. It also introduces the essential principles of emmer wheat growing and treatment, valid for the organic farming system. A high resistance to certain fungal diseases belongs to the most important emmer wheat characteristics. It makes emmer wheat more suitable for the organic growing. Emmer wheat hulled grains require a special method of peeling. Good-quality emmer wheat grains (a high proportion of proteins, in particular) make this cereal species a suitable ingredient of healthy food and meals, even the organic ones.

Key words:

emmer, organic farming, growing, quality



Abstrakt:

Pšenice dvouzrnka je prakticky druhým domestikovaným druhem pšenice po jednozrnce. Byla jednou z nejvýznamnějších plodin po téměř 7000 let. Později však byla vytlačena produktivnějšími obilninami. Její pěstování dodnes přetrvalo v horských oblastech ve středomoří, ale i jiných částech světa (Etiopie, Maroko, Jemen, Indie). V souvislosti s rozvojem ekologického zemědělství stoupá o její využití zájem také v Evropě. Přes její historický význam je současné rozšíření velmi omezené a proto také chybí přehled zásad pro její pěstování. V kapitole jsou proto shrnuty charakteristické vlastnosti pšenice dvouzrnky, především ty, které ji odlišují od ostatních druhů pšeni-

ce. Navržena jsou také pěstitelská opatření v ekologickém zemědělství. K významným vlastnostem dvouzrnky patří například značně vysoká odolnost k některým houbovým chorobám, která ji zvýhodňuje při ekologickém způsobu pěstování. Pluchaté zrna vyžaduje speciální postup loupání. Vysoká kvalita zrna, především vysoký obsah bílkovin předurčují pšenici dvouzrnku k využití při přípravě pokrmů zdravé výživy v bio-kvalitě.

Klíčová slova:

pšenice dvouzrnka, pěstování, kvalita, ekologické zemědělství



Úvod

Pšenice dvouzrnka [*Triticum diccocom* (Schrank) Schuebl.] je jednou z prvních domestikovaných plodin člověkem. Hrála podstatnou roli při vzniku tzv. “usedlého” zemědělství a jeho šíření. Vedle ječmene se také jednalo o hlavní obilninu, podstatnou pro lidskou výživu po několik tisíc let. Zrno pšenice dvouzrnky bylo používáno k přípravě řady potravin a nápojů, nebo ke krmení. (Samuel, 1993; 1996). V době Bronzové byla dvouzrnka nahrazena druhy pšenice s nahým zrnem. Do současnosti přetrvalo pěstování pšenice dvouzrnky pouze v odlehlých místech, nebo v horských oblastech.

V současnosti jsou pšenice dvouzrnka a její plané formy (*T. diccoides*) používány ve šlechtitelských programech s cílem přenosu genů podmiňujících rezistenci a některé parametry jakosti. Jako příklad může posloužit gen *Sr2* nesoucí rezistenci vůči rzi travní (Rajaram et al., 2001) nebo gen podmiňující vyšší obsah bílkovin v zrně - *Gpc-B1* (Mesfin et al., 2000).

Nyní se zvyšuje zájem zemědělců a konzumentů o opomíjené plodiny, mezi ně patří také pšenice dvouzrnka. Protože pšenice dvouzrnka nebyla prakticky prošlechtěna moderními šlechtitelskými metodami, konzumenti často věří, že se jedná o druh, který má „přírodní charakter“ s pozitivním dopadem na lidské zdraví. V současnosti jsou k dispozici různé produkty z pšenice dvouzrnky, od obroušených zrn až po těstoviny, chléb anebo sladké pečivo.

Historie pěstování

Nejstarší archeologické nálezy, dokládající využití pšenice dvouzrnky pocházejí z neolitického sídliště „Tell Aswad“, které leží nedaleko Damašku v Sýrii. Zrna pšenice dvouzrnky byla do této lokality v období 9000 – 8400 př. n. l. pravděpodobně introdukována odjinud, protože se zde nepodařilo najít zrna plané formy (*T. diccoides*) (van Zeist a Bakker-Heeres, 1982). Ostatní archeologické nálezy dokládají, že v polovině 9 tisíciletí př. n. l. došlo k rozvoji pěstování pšenice dvouzrnky na Blízkém východě. Bohaté nálezy, které dokládají pěstování a využití pšenice dvouzrnky, pocházejí ze západního Středomoří (Itálie, jižní Francie, Španělsko) z období 6 tisíciletí př. n. l. (Hopf, 1991). Ve starém Egyptě byla pšenice dvouzrnka pěstována od počátku záměrného pěstování rostlin až do období římské nadvlády (Nesbitt a Samuel, 1996).



Pěstování pšenice dvouzrnky začalo ve starší době bronzové upadat (asi 3000 př. n. l.) (Nesbitt a Samuel, 1996). Ve Středomoří začínají převažovat nahé formy pšenice od mladší doby bronzové (Zohary a Hopf, 2000). V Itálii na omezených plochách přetrvalo pěstování pšenice dvouzrnky až do současnosti (D'Antuono, 1993). Během prvního tisíciletí našeho letopočtu bylo pěstování pluchatých pšeníc nahrazeno druhy s nahým zrnem prakticky v celé Evropě. Proč k tomu došlo v této době není jasné, protože v řadě případů byly pěstovány jak pluchaté, tak i nahé formy pšenice současně (Nesbitt a Samuel, 1996).

Pěstování pšenice dvouzrnky přetrvalo do současnosti většinou v odlehlých horských oblastech, například v údolí Garfagnana v Toskánsku (Itálie). V roce 1996 povolila Evropská unie označovat zrna pšenice dvouzrnky vypěstované v údolí Garfagnana jako „Farro della Garfagnana“ s chráněným zeměpisným označením.

V minulých letech začala být pšenice dvouzrnka také pěstována v některých středoevropských zemích jako je Rakousko, Německo, nebo Švýcarsko. Nabídka produktů je v některých zemích pestrá a zahrnuje kromě různých mlynářských výrobků také pivo, alkohol, nebo polštářky naplněné dvouzrnkovými klásky (Matuschak, 2000).

Fylogenetický vývoj

Na základě morfologických znaků a odolnosti k houbovým chorobám rozdělil Schulz (2013) jednotlivé druhy pšenice do tří základních skupin: „jednozrnkovité“, „dvouzrnkovité“ a „špaldovité“. Cytogenetické analýzy provedené Sakurou (1918) a Kiharou (1919) potvrdily stupeň ploidie jednotlivých druhů: dvouzrnky byly klasifikovány jako tetraploidní ($4x=2n=28$) a popisem genomu BBAA. Plané formy pšenice dvouzrnky (*T. dicoccoides*) byly určeny jako předci domestikovaných tetraploidních druhů pšenice (Salamini et al., 2002). Domestikovaná pšenice dvouzrnka je díky hybridizaci s *Aegilops squarrosa* předkem pšenice seté. Naproti tomu Dvořák et al. (2012) uvádí ve své studii domněnku, že přímým předkem pšenice seté byla tetraploidní pšenice, ale s nahým zrnem. Pšenice dvouzrnka měla hrát roli spíše při vzniku pluchaté pšenice špaldy zkřížením s pšenicí setou.



Box 1: Historie pěstování pšenice jednozrnky

Latinský název	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schuebl.
Místo domestikace	Neolitické sídliště „Tell Aswad“, které leží nedaleko Damašku v Sýrii.
Čas domestikace	První nálezy zrn pšenice dvouzrnky pocházejí z období 9000 – 8400 př. n. l.
Pěstitelské plochy	Nejrozšířenější v Itálii (tisíce hektarů). V ostatních zemích Evropy stovky až tisíce hektarů.
Ploidie	Tetraploidní.
Zrno	Pluchaté.
Typ vývoje	Ozimé, jarní i přesívkové formy.

Pěstování v ekologickém zemědělství

Pšenice dvouzrnka se tradičně pěstuje v Itálii, ale i dalších státech středomoří. Zde je velmi často pěstována jak v ekologickém, tak i low input zemědělství. Zde jsou pěstitelské plochy především v suchých oblastech, na kamenitých půdách a v horských oblastech. Pěstování je velmi extenzivní a vyžaduje odlišný přístup, než je tomu v půdně-klimatických podmínkách střední Evropy.

Pěstitelské plochy pomalu narůstají v Rakousku nebo Německu. S pěstováním pšenice dvouzrnky je možné se setkat v ekologickém zemědělství také v Polsku. V České republice praktických zkušeností s pěstováním pšenice dvouzrnky mnoho není. Na omezených plochách je pěstována odrůda Rudico.

Z hlediska agrotechniky v ekologickém zemědělství není pšenice dvouzrnka nijak zvlášť náročná. Můžeme vycházet z běžné praxe pěstování méně náročných obilnin v ekologickém zemědělství. Při pěstování mohou však ekologičtí farmáři narazit na některá specifika, která vycházejí z faktu, že pšenice dvouzrnka je málo prošlechtěným druhem.

Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.) byla rozšířena po tisíce let na blízkém východě a v Evropě. Spolu s pšenicí dvouzrnkou patří mezi první domestikované pšenice před 10 – 12 tisíci lety. V současnosti je pšenice jednozrnka pěstována pouze na omezených plochách v některých regionech a především v podmínkách low input nebo ekologického zemědělství. Vzhledem ke vzrůstající poptávce po tradičních potravinách a vyššímu „přírodnímu charakteru potravin“ je ze strany konzumentů o pšenici jednozrnku zájem. Souvisí to také se zvýšenou poptávkou po celozrnných výrobcích a celkovou orientací společnosti na zdravý životní styl.



Nároky na prostředí

Dvouzrnka je nenáročná na půdně-klimatické podmínky (Dorofeev et al., 1987). Roste dobře na chudých i podzolovaných půdách. Hlubší kořenový systém a celkový habitus rostliny zvyšuje odolnost dvouzrnky k suchu, což souvisí s adaptací na půdně-klimatické podmínky místa domestikace (Jaradat, 2011). Podobně jako u rozšíření plané formy *T. dicoccoides* není ani pěstování dvouzrnky vázáno na polohy v určité nadmořské výšce. Plané formy tohoto druhu byly nalezeny i v nadmořské výšce 3000 m. Na podzolovaných půdách se jí daří lépe než pšenici seté nebo tvrdé (Dorofeev et al., 1987). Pro pěstování nejsou vhodné těžké a zamokřené půdy, kde se může snižovat polní vzházivost a zvyšovat náchylnost k poléhání.

Zařazení v osevním postupu

Pšenice dvouzrnka nemá na předplodinu velké nároky. Z hlediska výnosu reaguje na předplodinu méně výrazně než pšenice setá. Při zařazování do osevního postupu platí obdobné zásady jako při řazení ovsa (jarní forma) nebo pšenice seté (ozimá forma). Nejvhodnějšími předplodinami jsou ty, které potlačují plevely (víceleté, zapojené, často sečené porosty jetelotrav) a zanechávají v půdě dostatek, ale nikoliv nadbytek pohotových živin, především dusíku (luskoviny, jeteloviny). Po předplodině zanechávající v půdě dusík dochází ke zvyšování obsahu bílkovin v zrna, což není tak podstatné vzhledem k již tak vysokému obsahu bílkovin. Vhodnými předplodinami jsou také plodiny hnojené organickými hnojivy, které zanechávají půdu v dobrém strukturním i výživném stavu (brambory, řepa, olejnin). Jejich pěstování není v úrodných oblastech vhodné po plodinách zanechávajících v půdě nadbytek dusíku, protože se zvyšuje riziko poléhání. Na druhou stranu v méně příznivých oblastech pro pěstování obilnin je řazení po zlepšující předplodině zárukou odpovídajících výnosů.

Výživa rostlin a hnojení

Dle zpracovaného plánu hnojení mohou být doplňována v ekologickém zemědělství povolená minerální hnojiva s obsahem fosforu, draslíku a hořčíku. Výživa pšenice dvouzrnky by měla vycházet především z živin zajištěných z organických hnojiv k předplodině a živin zanechaných v půdě předplodinou. K zajištění výživy postačují pouze malé dávky živin.



Na optimální dávku dusíku (v organických hnojivech, nebo po předplodině) můžeme usuzovat dle dostupných údajů ze zahraniční literatury. Nejčastěji uvedené dávky dusíku se pohybují v rozmezí 50 – 100 kg.ha⁻¹ (Oliveira, 2001; De Vita et al., 2007). De Giorgio et al., (1995) srovnávali vliv dusíkatého hnojení na některé agronomicky významné parametry. Jako optimální hodnotili dávku dusíku ve výši 60 kg.ha⁻¹ (Tabulka 1). Při vyšší dávce dusíku docházelo naopak k poklesu výnosů, což může mít různé příčiny. Jednou z možností je snížení výnosu v důsledku polehnutí (Castagna et al., 1995).

Obdobné hodnocení prováděl také Marino et al., (2009). Z jejich výsledků je zřejmý pokles výnosové odezvy se zvyšující se dávkou dusíku. Rozdíl mezi žádným hnojením a 30 kg.ha⁻¹ činil 0,8 t.ha⁻¹. Mezi 30 a 60 kg N.ha⁻¹ to bylo 0,6 t.ha⁻¹. V nejvyšší dávce mezi 60 – 90 kg N.ha⁻¹ činil nárůst výnosu pouze 0,3 t.ha⁻¹ (Tabulka 1). Zároveň docházelo ke snižování odolnosti k poléhání.

Tabulka 1: Vliv různých dávek dusíku na sledované parametry pšenice dvouzrnky

Dávka dusíku (kg.ha ⁻¹)	Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	Výška rostlin (cm)	Počet klasů (m ²)	Obsah bílkovin (%)
Giorgio et al., 1995				
0	2,3	100	444	10,7
60	2,3	103	500	12,1
120	2,1	103	505	14,4
Marino et al., 2009				
0	0,7	73	182	13,2
30	1,5	91	270	14,1
60	2,1	91	362	15,8
90	2,4	94	435	17,0
Giorgio et al., 1995: dusík byl aplikován ve 2 dávkách (odnožování, sloupkování); Marino et al., 2009: dusík byl aplikován ve 3 dávkách (před setím 20 %, odnožování 40 %, sloupkování 40 %)				

Odrůdy

K dispozici jsou jak ozimé, tak jarní formy pšenice dvouzrnky. V některých státech jsou pěstovány spíše ozimé formy (Rakousko, Německo), v jiných spíše jarní (Polsko, Česká republika). Ve světě byly již před mnoha lety pěstovány různé odrůdy pšenice dvouzrnky jako např. Vernal z Jaroslavské oblasti (Rusko), Khapli (Indie), Garfagnana a Valnerina (Itálie) atp.



Současná nabídka dostupných odrůd není nijak rozsáhlá. K dispozici jsou buď odrůdy namnožené z genetických zdrojů anebo je možné získat právně chráněné odrůdy (tzv. DUS testing - Distinctiveness, Uniformity, Stability). U pšenice dvouzrnky se neprovádí zkoušky užitné hodnoty (VCU - Value for Cultivation and Use).

V České republice je dostupná právně chráněná odrůda Rudico. Tato odrůda vznikla hromadným pozitivním výběrem z kolekce genetických zdrojů Genové banky při VÚRV, v.v.i. v Praze-Ruzyni. Tato odrůda je pozdější v dozrávání, odolná k houbovým chorobám a poléhání a má vysoký výnosový potenciál pro tento druh pšenice.

V Rakousku je k dispozici odrůda Bio-Farventro. Odrůda Farvento je distribuována společností Saatbau Linz. Odrůda byla vyselektována ze španělské krajové odrůdy ve Výzkumném ústavu obilnářském ve Foggii v Itálii. Jedná se o přesívkovou formu.

V Maďarsku byla vyšlechtěna ve výzkumné stanici v Martonvásáru odrůda Mv Hegyes (prodává Elitmag Kft.). Tato odrůda je ozimého charakteru a je určena pro podmínky ekologického nebo low input zemědělství. Výnos je uváděn v rozmezí 2,0 – 2,5 t.ha⁻¹.

Krajové odrůdy jsou běžně pěstovány v Itálii. Některé výběry z krajových odrůd jsou také registrovány, například Zefiro, Rossorubino a Yakub (distribuci zajišťuje společnost Prometeo Srl, Urbino). Výzkumný ústav obilnářský ve Foggii vyšlechtil také několik odrůd zkřížením krajových odrůd pšenice dvouzrnky z regionu Molise s odrůdou pšenice tvrdé Simeto. Odrůdy jsou k dispozici pod názvy Davide, Giovanni Paolo a Padre Pio.

Z mimoevropských států je možné se kromě tradičních pěstitelských oblastí (středomoří) setkat s dvouzrnkou také v USA.

Dostupné odrůdy se vyznačují vysokou odnožovací schopností a konkurenceschopností vůči plevelům. Jsou odolné vůči běžným houbovým chorobám pšenice (Tabulka 2). Pokud nedojde k přehnojení, nebo není extrémní průběh povětrnostních podmínek, tak jsou odolné k poléhání. Produktivita porostu je celkově snížena ve srovnání s pšenicí setou nebo pšenicí tvrdou. Je to způsobeno nízkým sklizňovým indexem a nižší produktivitou klasu. Výnos je tvořen spíše vyšším produktivním odnožováním.



Tabulka 2: Vybrané agronomicky významné charakteristiky pšenice dvouzrnky (průměr tří lokalit a dvou ročníků)

Odrůda	Výnos t.ha ⁻¹	Délka rostliny (cm)	Poléhání (0 – 9)	Padlí travní (0 – 9)	Rez pšeničná (0 – 9)	Obsah DON (ppb)
Pšenice dvouzrnka						
Rudico	2,8 ^{ab}	128 ^{bc}	7,0 ^{ab}	9,0 ^c	8,6 ^{cd}	23,3 ^a
Weisser Sommer	2,4 ^{ab}	132 ^c	6,5 ^{ab}	9,0 ^c	8,7 ^d	21,7 ^a
May - Emmer	2,4 ^{ab}	133 ^c	6,3 ^{ab}	9,0 ^c	8,7 ^d	33,3 ^a
<i>T. dicoccon</i> (Brno)	2,1 ^a	114 ^b	4,8 ^a	8,9 ^{bc}	8,6 ^d	158,3 ^a
<i>T. dicoccon</i> (Dagestan)	2,3 ^{ab}	116 ^b	4,7 ^a	8,5 ^{abc}	8,4 ^{cd}	350,0 ^{ab}
<i>T. dicoccon</i> (Palestine)	1,6 ^a	126 ^{bc}	5,6 ^{ab}	8,6 ^{abc}	8,3 ^{cd}	100,0 ^a
<i>T. dicoccon</i> (Tapioszele)	1,5 ^a	134 ^c	6,8 ^{ab}	8,9 ^{bc}	8,6 ^{cd}	791,7 ^b
<i>T. dicoccon</i> (Tábor)	1,9 ^a	133 ^c	6,2 ^{ab}	9,0 ^c	8,4 ^{cd}	63,2 ^a
Průměr+SD	2,1±0,4	127±8	6,0±0,9	8,9±0,2	8,5±0,2	193±266
Pšenice seté - kontrolní odrůda						
SW Kadrlj	3,7 ^b	88,7 ^a	8,25 ^b	8,7 ^{abc}	6,2 ^{ab}	246,7 ^a
Pozn.: Tukey HSD test - statisticky průkazné rozdíly $P < 0,05$						

Příprava půdy a setí

Zásady zpracování půdy a přípravy půdy před setím jsou stejné jako u ostatních obilnin. Odlišnosti jsou pouze v případě pěstování ozimé nebo jarní formy. Po strniskových předplodinách je základním opatřením při zpracování půdy včasná podmítka ošetřená válením či vláčením podle stavu půdy a podmínek počasí. Vhodné je zasetí meziplodiny (je-li to z časových a organizačních důvodů možné). Před nástupem zimy se provede hluboká podzimní orba a doporučuje se pouze hrubé urovnání brázdy (hřebenatější povrch pozemku na jaře lépe vysychá). Pokud to dovolí časný nástup jara, tak je vhodné pozemek převláčet lehkými branami, podpořit tak vysychání a prohřívání půdy a také podpořit vzcházení plevelů. S týdenním odstupem se pak přistoupí k přípravě setového lůžka (zlikvidují se nitkující plevle) a následnému zasetí.

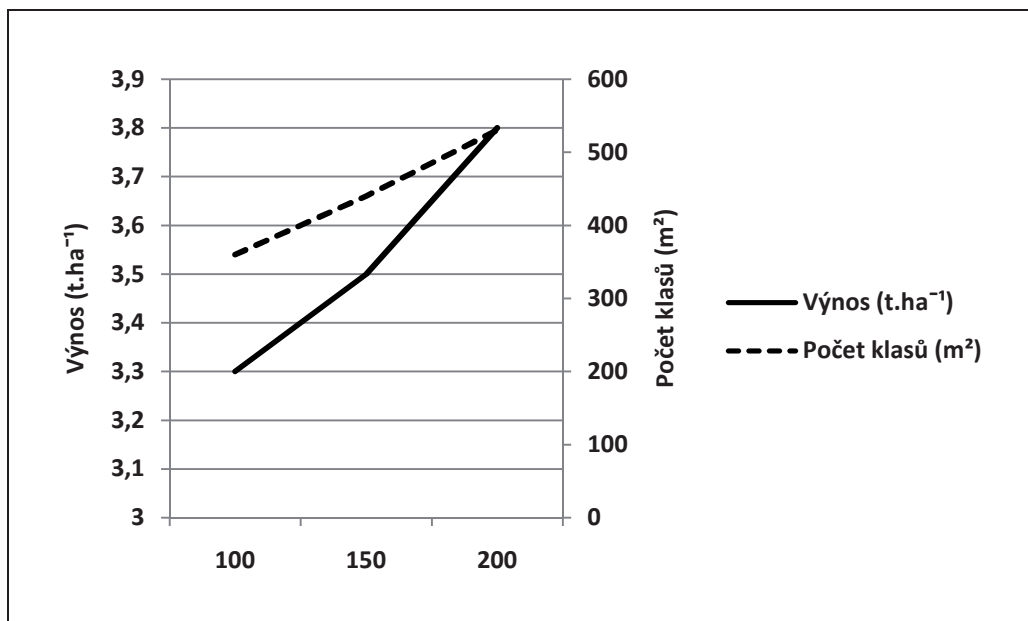
K setí se volí zásadně nevyloupané klásky, protože loupáním zrna ztrácí klíčivost. Pluchy chrání prorůstající klíček proti půdním patogenům. Celé nevyloupané klásky musí být zbavené osin, protože jinak hrozí riziko ucpání výsevního ústrojí secího stroje. Podzimní výsev ozimých odrůd je vhodný v obdobném termínu jako u pšenice seté (*Triticum aestivum* L.). Časný výsev jarních odrůd by měl být proveden co nejdříve. Seje se do klasických obilních řádků (šířka 12,5 cm) a hloubce 2 – 3 cm.



Vzhledem k vyšší odnožovací schopnosti než má pšenice setá je možné doporučit nižší výsevek. V ekologickém zemědělství to při správně provedené přípravě půdy a optimálním termínu může být 300 – 350 zrn na metr čtvereční u jarních forem. U ozimých forem může být výsevek ještě snížen. Například distributor maďarské odrůdy Mv Hegyes doporučuje 250 – 300 zrn na metr (www.elitmag.hu). Při výpočtu výsevku je třeba zohlednit, že pluchatost se pohybuje v průměru okolo 30 % a klásky obsahují zpravidla dvě semena.

V zahraniční literatuře jsou hlavně u ozimých forem v důsledku zvýšeného odnožování uváděny výsevky ještě nižší. Nepřehoustlý, dobře vyvinutý porost je odolnější k poléhání a klasy mají vyšší hmotnost tisíce semen. Jak je zřejmé z grafu 1, Troccoli a Codianni (2005) zaznamenali vyšší výnosy při vyšších výsevcích (200 rostlin na metr). Koeficient produktivního odnožování činil v jejich případě 2,5 odnože na rostlinu. Tato data jsou relevantní pro ozimé formy. Takto nízký výsevek by u jarních forem znamenal snížení produktivity porostu, protože rostliny nevytváří tak velké množství odnoží.

Graf 1: Vliv výsevku na výnos a počet klasů v porostu u ozimé formy pšenice dvouzrnky, pěstované v Itálii (upraveno dle Troccoli a Codianni, 2005)



Regulace plevelů

Námi testované odrůdy pšenice dvouzrnky byly ve srovnání s ostatními druhy pluchatých pšenic (jednozrnka, dvouzrnka) nejkonkurenceschopnější vůči plevelům. U vysokých a nepoléhavých odrůd jako je Rudico, Weisser Sommer nebo May-emmer byly plevele zcela potlačeny a nepředstavovaly žádný problém. U některých poléhavějších odrůd se slabším stéblem byla konkurenceschopnost vůči plevelům nižší.

Při pěstování pšenice dvouzrnky postačí plevele regulovat stejným způsobem jako u ostatních obilnin. Doporučuje se převládání porostu plecími branami po nárůstu třetího listu u mladých rostlin. Při hlubším setí je možné také vlácení pozemku lehkými (síťovými) branami několik dnů po zasetí, ale před počátkem vzcházení porostu. Tím dojde ke zničení nitkujících plevelů.

Mezi obecná doporučení patří regulace plevelů v rámci celého souboru opatření základní agrotechniky (osevní postup, podmínka, apod.). K omezování plevelů se může s úspěchem využít také dělená předseťová příprava půdy. Je-li dostatek času před setím porostu, pak je vhodné podpořit vzcházení plevelů, například prutovými branami. Následně jsou pak křehké nitkující plevele zničeny při předseťové přípravě.

Regulace chorob a škůdců

V přírodě blízkých systémech zemědělského hospodaření z důvodů omezení chemické ochrany vůči chorobám pšenice je velmi důležitá vysoká odolnost rostlin (Wolfe et al., 2008). Genetické zdroje bývají často zmiňovány jako nositelé odolnosti vůči těmto chorobám (Heisey et al., 1997). V odrůdě pšenice dvouzrnky Yaroslav byl identifikován gen odolnosti ke rzi travní Sr2, který je v těsné vazbě s genem odolnosti ke rzi pšeničné Lr27 (Herrera-Foessel et al., 2005). Z této odrůdy byl také přenesen gen Lrl4a pro odolnost ke rzi pšeničné (Kolmer et al., 1991). Další odrůdou, která byla využívána jako zdroj genů odolnosti je indická odrůda Khapli (Jakubciner a Dorofeev, 1969). Dvouzrnka je rovněž využívána jako zdroj genů odolnosti ke rzi plevové. Geny Yr52H a Yr1S pochází původně ze vzorků pšenice dvouzrné (Peng et al., 1999). Planá dvouzrnka je též nositelem genů odolnosti k padlí travnímu např. genu Pm30 ve vzorku C20 (Wang et al., 2005), který byl vnesen do linie pšenice seté Pm93 – 625 – 4. Přenos genů odolnosti k padlí travnímu z plané formy pšenice dvouzrné do pšenice seté popisuje též Reader et al. (1991). Hodnocení odolnosti tetraploidních pšenic k padlí travnímu prokázalo největší podíl



kvantitativně rezistentních genotypů u plané formy pšenice dvouzrnky a její kulturní forma nesla gen *MI-i* (Schneider a Heun, 1988).

U plané pšenice dvouzrnky (*T.dicoccoides* [Körn. ex Aschers. & Gtraebn.] Schweinf byly zjištěny významné rozdíly v reakci na napadení *Fusarium greminearum*. Byly identifikovány vzorky, na kterých došlo k minimálnímu rozvoji choroby ve víceletých opakovaných skleníkových pokusech (Oliver et al., 2007). Také z našich výsledků je zřejmé, že zrna pšenice dvouzrnky je výrazně méně kontaminováno DON ve srovnání s přesívkovými formami pšenice seté nebo kontrolními odrůdami (Tabulka 3). Svou roli zde patrně sehrává plucha, kterou chrání zrna a před potravinářským zpracováním je odstraněna. Dvouzrnka je též využívána jako zdroj ke zvýšení odolnosti novošlechtění pšenice seté např. KS99WGRC42 k bejlororce obilné (Brown-Guedira et al., 2005).

Tabulka 3: Výskyt vybraných druhů *Fusarium* spp. a obsah mykotoxinu deoxynivalenolu v zrna pšenice dvouzrnky ve srovnání v pšenici setou (průměr+SD)

Odrůda	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	DON (ppb)
<i>Triticum diccicum</i> Schrank				
Rudico	0,50±0,6 ^a	1,75±1,0 ^a	1,50±1,3 ^a	35,00±43,6 ^a
Weisser Sommer	0,75±1,0 ^a	0,75±0,5 ^{bc}	1,25±1,0 ^a	32,50±65,0 ^a
<i>Triticum aestivum</i> L. – přesívky				
Červená perla	0,50±1,0 ^a	1,75±1,0 ^a	1,00±1,2 ^{ab}	235,00±282,1 ^{bc}
Kaštická přesívka	0,75±1,0 ^a	1,50±0,6 ^a	1,00±1,2 ^{ab}	130,00±126,2 ^{ab}
<i>Triticum aestivum</i> L. - kontrolní odrůdy				
Jara	0,75±1,0 ^a	1,50±1,0 ^a	1,00±0,0 ^{ab}	320,00±292,0 ^c
SW Kadrlj	0,50±1,0 ^a	1,50±1,3 ^a	1,00±1,2 ^{ab}	332,50±451,2 ^c
Poznámka: Odlišná písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami (<i>LSD</i> test, <i>P</i> < 0,05); Výskyt jednotlivých druhů <i>Fusarium</i> spp.: 0 = žádný; 1 = slabý; 2 = střední; 3 = silný				

Hodnocené dvouzrnky byly vysoce odolné k napadení padlím travním a rzi pšeničnou. Slabší stupeň napadení byl například u odrůdy *T. dicoccon* (Palestine) (padlí = 8,6; rez = 8,3) (Tabulka 3). Automaticky to však neznamená, že všechny odrůdy v kolekcích genetických zdrojů pluchatých pšenic jsou zcela odolné k padlí travnímu a rzi pšeničné v podmínkách přirozené infekce. Jak ukázala naše předchozí hodnocení rozsáhlého souboru 103 odrůd pšenice dvouzrnky, bylo mezi nimi možné nalézt několik odrůd prakticky s minimální odolností k padlí travnímu, což dokládá vyšší hodnota směrodatné odchylky (Tabulka 4). Výskyt rzi pšeničné nepředstavoval problém, protože byl zaznamenán v podobě ojedinělých kupek u některých odrůd (Konvalina et al., 2010a). Rozvoj ostatních, běžně se vyskytujících chorob pšenice



nebyl prakticky zaznamenán. V závislosti na odrůdě zazname-náváme na listech a klasech také slabý výskyt braničnatky plevové (*Septoria nodorum*) a braničnatky plevové (*Septoria tritici*).

Tabulka 4: Odolnost odrůd pšenice dvouzrnky (průměr 103 krajových odrůd) k hlavním chorobám pšenice

Hodnocený znak		Hodnocený parameter					
		Průměr	SD	RSD	Median	Dolní kvartil	Horní kvartil
Padlí travní (body)	BBCH 39	8,79	0,68	7,7	9,00	9,00	9,00
	BBCH 59	8,70	0,90	10,3	9,00	9,00	9,00
	BBCH 77	8,86	0,34	3,8	9,00	9,00	9,00
Rez pšenice (body)	BBCH 77	8,89	0,77	8,7	9,00	9,00	9,00

Sklizeň a posklizňové ošetření

Ke sklizni lze použít klasický kombajn. Měl by být seřízený tak, aby byly sklizeny celé klásky, zbavené osin a spolu s nimi i zrno, které se z klásku při mlácení uvolnilo. Pšenice dvouzrnka se sklízí v plné zralosti. Nižší vlhkost sklizených klásků zajistí jejich lepší vymlácení. Důležité je předčištění klásků (odstranění co největšího podílu plevných semen, zelených částí rostlin, zlomků zrn i dalších nečistot). Předčištěné klásky je možno skladovat jen při vlhkosti 15 % a nižší. Jinak musí být klásky dosušeny.

Před potravinářským zpracováním je nejprve nutné zrno klásky vyloupat. Podíl pluch činí u většiny odrůd asi 30 %. Při plně mechanizovaném loupání můžeme počítat až se ztrátami 20 % zrn v důsledku jejich mechanického poškození. Z praktického hlediska bude činit vyloupané zrna 50 – 60 % sklizených klásků (Graugruber et al., 2004). Loupání je vhodné až těsně před konečným zpracováním. Nejprve se na sítěch vytřídí již vyloupaná zrna. K odstranění pluch ve zbývajících částech se používají speciální loupáčky. Pokud tyto pracují na principu brusných kotoučů je nutno postupovat v několika fázích - obrousit klásky a větší zrna při více oddálených kotoučích, vyloupané zrno vytřídít a zmenšit vzdálenost kotoučů pro druhou fázi drhnutí. Postup lze podle potřeby i několikrát zopakovat. Pro menší partie zrna se osvědčují laboratorní mlátičky s gumovými lamelami, které odstraní pluchy šetrněji.



Box 2: Agrotechnika pšenice dvouzrnky

Nároky na prostředí	Snáší suché a lehké půdy. Lze pěstovat na méně úrodných pozemcích. Nevhodné pěstování na zamokřených a těžkých půdách.
Osevní postup	Po předplodinách nezanechávající příliš dusíku v půdě. Vhodné jsou například okopaniny. Na méně úrodných pozemcích luskoviny.
Výživa rostlin a hnojení	Živiny zanechané předplodinou. Přehnojení dusíkem zvyšuje riziko poléhání a vede k poklesu výnosů.
Odrůdy	V ČR odrůda „Rudico“ (jarní). V Rakousku například odrůda „Bio-Farvento“ (přesívka) nebo maďarská „Mv Hegyes“ (ozim).
Příprava půdy a setí	Běžná příprava jako pro ostatní obilniny. Seťové lůžko 3 – 4 cm. Doporučený výsevek 250 – 350 klíčivých zrn/m ² U ozimů i méně).
Regulace plevelů	Výborná konkurenční schopnost. Vyšší riziko při polehnutí porostu. Běžné ošetření za použití vláčení.
Regulace chorob a škůdců	Běžné choroby pšenice prakticky dvouzrnku nenapadají.
Sklizeň	V plné zralosti. Při sklizni by nemělo dojít k vymláčení zrn z pluch (snížení klíčivosti a jakosti). Po sklizni vyčistit a dosušit.

Ekonomika pěstování

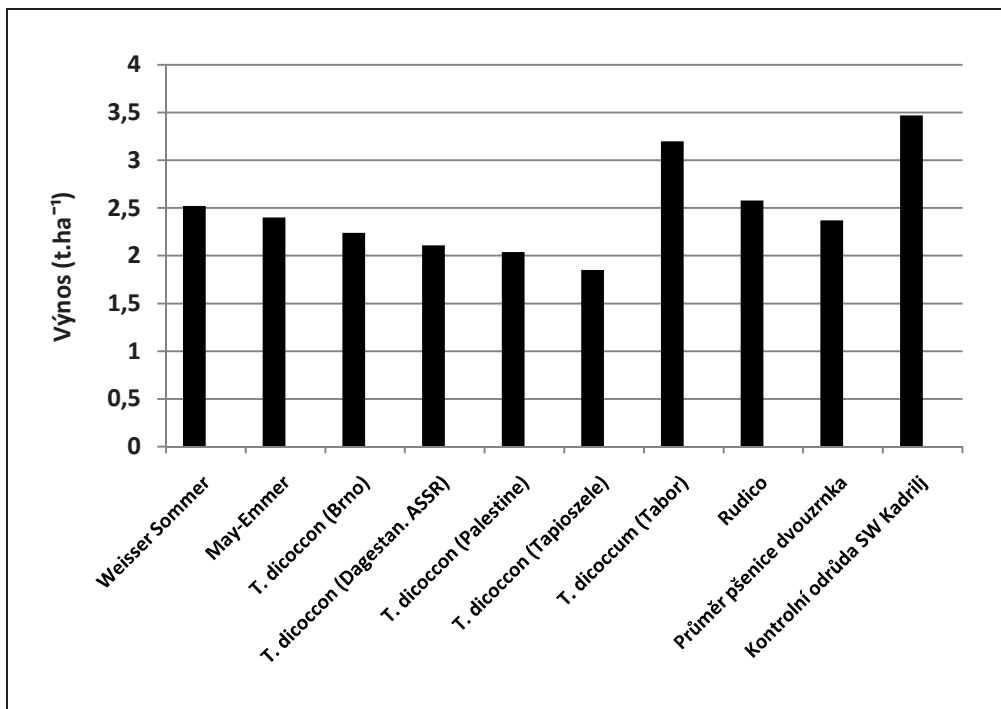
Výnos vyčištěných klásků se v ekologickém zemědělství pohybuje nejčastěji v rozmezí 2 – 3 t.ha⁻¹. V průměru 8 odrůd pšenice dvouzrnky činil výnos na stanovišti v Edelhofu 2,37 t.ha⁻¹ (Graf 2). Nejvýnosnější odrůdou byla *T. diccocon* (Tábor) s průměrným výnosem 3,2 t.ha⁻¹ (92 % výnosové úrovně kontrolní odrůdy SW Kadrilj). V experimentálních podmínkách byl výnos u jednotlivých odrůd v průměru v rozmezí 1,39 – 4,14 t.ha⁻¹ (Graf 2). Pšenice dvouzrnka má nízký sklizňový index (podíl zrna ke slámě se pohybuje v rozmezí 30 – 40 %). Hmotnost tisíce zrn je okolo 34 g a klas je celkově méně produktivní než u pšenice seté (Tabulka 5).

Tabulka 5: Hospodářsky významné znaky pšenice dvouzrnky (průměr 103 krajových odrůd)

Hodnocený znak	Parametr					
	Průměr	SD	RSD	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil
Počet zrn v klasu	22,86	6,37	27,9	21,85	17,85	26,85
Počet zrn v klásku	1,15	0,24	20,9	1,17	0,95	1,33
Hmotnost zrna v klasu (g)	0,79	0,28	35,4	0,75	0,58	0,96
HTS (g)	34,19	5,13	15,0	33,29	30,97	36,83
Hustota klasu (klásek.10 cm ⁻¹)	32,81	4,28	13,0	32,96	29,37	35,56
Sklizňový index	0,40	0,05	12,5	0,39	0,37	0,42
Podíl pluch (%)	24,59	2,87	11,7	24,10	22,63	25,95



Graf 2: Výnosová úroveň 8 odrůd pšenice dvouzrnky (průměr ročníků 2010 – 2011) ve srovnání s kontrolní odrůdou pšenice seté - SW Kadrlj na stanovišti v Edelhofo (Rakousko)



Náklady na pěstování pšenice dvouzrnky v ekologickém zemědělství jsou velmi obdobné jako při pěstování pšenice seté. Výnosová úroveň pšenice dvouzrnky dosahuje v průměru 68 % výnosové úrovně pšenice seté. Je třeba počítat s dalšími ztrátami v důsledku loupání. V případě smluvního pěstování a realizace zrna v bio kvalitě by mělo být pěstování pšenice dvouzrnky přesto rentabilní.

Ceny vyloupaného zrna se v maloobchodní síti pohybují v Polsku na úrovni 2 EUR za 1 kg. V německy mluvících zemích nad 3 EUR za 1 kg (v menším balení i 6 EUR za Kg). Na americkém trhu je 1 kg vyloupaného zrna nabízen až za 6 EUR. V případě prodeje celých klásků zpracovatelské organizaci bude cena samozřejmě výrazně nižší. Maloobchodní cena vyloupaného zrna je velmi vysoká a pohybuje se na úrovni 2 EUR za 1 kg a více. V Polsku je možné zakoupit zrno pšenice dvouzrnky i pod 2 EUR za 1 Kg.



Kvalita produkce

Pšenice dvouzrnka je známa vysokým obsahem bílkovin v zrně. Během pokusů prováděných v Rakousku se obsah bílkovin v zrně pohyboval v rozmezí 12,2 – 24,8 % a obsah mokrého lepku byl v rozpětí 24,9 – 73,3 %. Vysoký obsah bílkovin a mokrého lepku potvrzují také výsledky z Itálie (Piergiovanni et al., 1996; Pagnotta et al., 2003) a Německa (Jantsch a Trautz, 2001; Schumacher a Lindhauer, 2002). Kvalita bílkovin je z pekařského hlediska nižší než u pšenice seté. Nízké jsou hodnoty Zeleného nebo SDS sedimentačního testu a nízké hodnoty reologických vlastností těsta (Cubadda a Maroni, 1996; Piergiovanni et al., 1996; Lucchese et al., 1998; Galterio et al., 2003; Pagnotta et al., 2003; Grausgruber et al., 2004a). Pro dvouzrnku je charakteristický také nižší obsah nestravitelné vlákniny ve srovnání s pšenicí setou, pšenicí tvrdou nebo špaldou (Grausgruber et al., 2004b). Navzdory nižší pekařské jakosti je kvalita dvouzrnkových těstovin vysoká (Cubadda a Marconi 1996; Acquistucci et al., 2003).

Pekařská jakost pšenice dvouzrnky je obecně velmi podobná jako u pšenice tvrdé, ale nižší ve srovnání se špaldou nebo pšenicí setou. Vyššího objemu pečiva je dosaženo, pokud se využívá při zadělávání těsta tradiční kvásek nebo je pečivo pečeno v pekáčích (Grausgruber et al., 2002; Schumacher a Lindhauer, 2002). Dvouzrnkový chléb je sice nepravidelného tvaru a textury, naředlé barvy, ale má velmi dobrou chuť a vůni (Cubadda a Marconi, 1996).

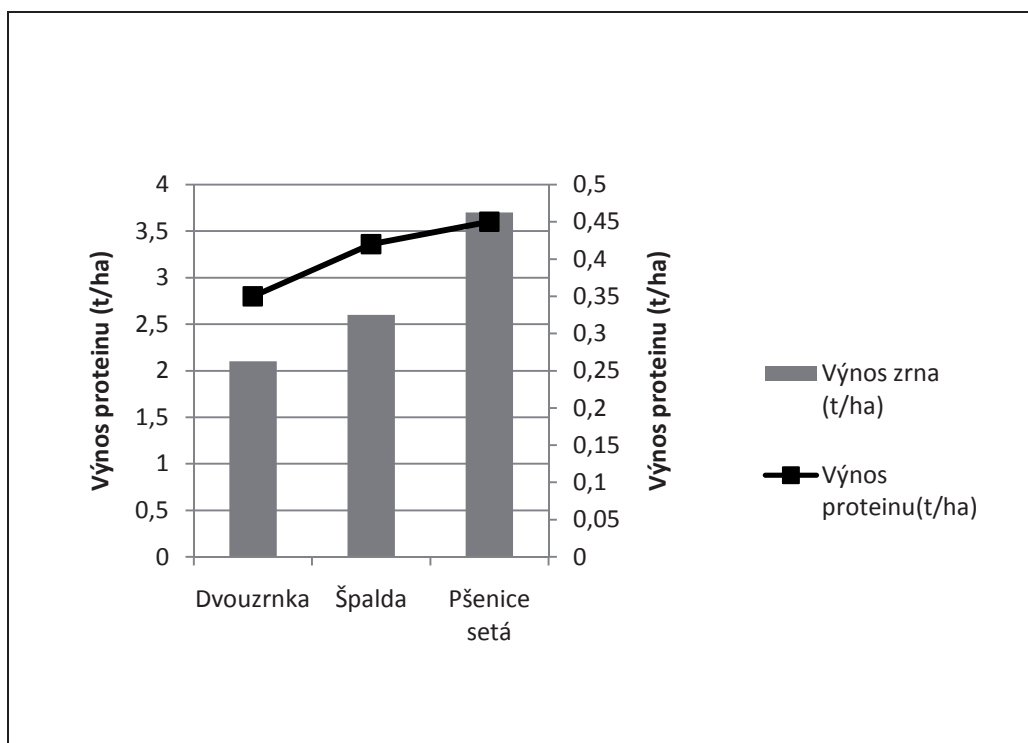
Dvouzrnková mouka má vysoký obsah popelovin (Piergiovanni et al., 1996; Schumacher a Lindhauer, 2002; Grausgruber et al., 2004b). Některé práce uvádějí vyšší obsah některých minerálních látek ve srovnání s pšenicí setou (Piergiovanni et al., 1997; Jantsch a Trautz, 2003), zatímco jiné výsledky nevycházejí jednoznačně.

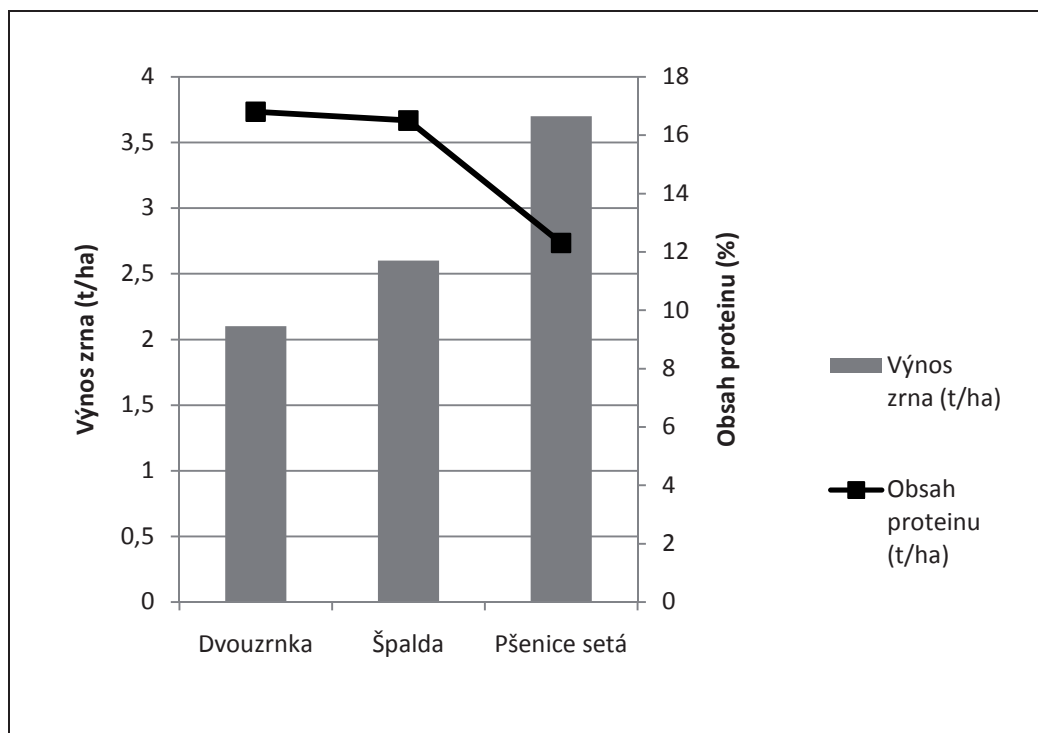
Obsah rezistentního škrobu byl vyšší než u pšenice tvrdé (Galterio et al., 2003). Resistentní škrob je odolný hydrolýze, prakticky je popisován jako část vlákniny, která není rozkládána v tenkém střevě. Má však nepopíratelné přínosy pro lidské zdraví. Řada prospěšných vlastností pšenice dvouzrnky vychází z obsahu strukturálních polymerů, rostlinných gum a slizů. Publikované práce ukazují, že obsah celulozy a hemicelulozy je vyšší u dvouzrnky než u pšenice tvrdé. Obsah ligninu je zase vyšší u pšenice tvrdé. Lignin sice není z nutričního hlediska podstatný, některé polysacharidové jednotky však mají nutriční benefity (Galletti et al., 1996; D'Antuono et al., 1997). Byla zaznamenána také vyšší antioxidační kapacita u některých odrůd (Grausgruber et al., 2004b).



Tabulka 6: Kvalita pšenice dvouzrnky (průměr lokalit Praha-Ruzyně, Praha-Uhřetěves a České Budějovice a ročníků 2010 – 2011)

Odrůda	Obsah N-látek v sušině zrna (%)	Obsah mokrého lepku v sušině zrna (%)	Gluten Index	SDS Sedimenta-ce (ml)	Zelený test (ml)
<i>Triticum dicoccum</i> SCHUEBL - pšenice dvouzrnka					
Rudico	16,0 ^{cdef}	39,8 ^{bcd}	17,8 ^{ab}	41,0 ^{cde}	22,3 ^c
Weisser Sommer	17,0 ^{def}	43,0 ^{cd}	20,7 ^{abc}	45,7 ^{efg}	18,3 ^c
May-Emmer	16,7 ^{def}	40,9 ^{bcd}	16,8 ^{ab}	44,5 ^{def}	18,0 ^c
T. dicoccon (Brno)	15,8 ^{bcdef}	38,3 ^{bc}	12,3 ^a	22,7 ^{ab}	14,7 ^{bc}
T. dicoccon (Dagestan)	15,9 ^{bcdef}	41,4 ^{bcd}	15,2 ^{ab}	18,0 ^a	6,7 ^a
T. dicoccon (Palestine)	18,1 ^f	42,3 ^{cd}	13,1 ^a	28,7 ^{abc}	11,7 ^{ab}
T. dicoccon (Tapioszele)	17,4 ^{ef}	41,7 ^{bcd}	13,1 ^a	22,2 ^{ab}	11,3 ^{ab}
T. dicoccon (Tábor)	17,2 ^{def}	43,5 ^{cd}	12,7 ^a	31,8 ^{bcd}	16,0 ^{bc}
Průměr + SD	16,8±0,8	41,4±1,7	15,2±3,0	31,8±10,8	14,88±5,7
<i>Triticum aestivum</i> L. - kontrolní odrůda					
SW Kadrlj	12,3 ^a	27,3 ^a	75,0 ^d	74,7 ^h	39,0 ^d
Poznámka: Odlišná písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly mezi odrůdami (Tukey HSD test, $P < 0,05$).					

Graf 3: Výnos zrna ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) vs. výnos proteinu ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Graf 4: Výnos zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) vs. obsah bílkovin (%)**Box 3: Kvalita pšenice dvouzrnky**

Obsah N-látek v sušině zrna	Vysoký, i v podmínkách ekologického zemědělství bez hnojení průmyslovými N hnojivy (zpravidla mezi 15 – 20 %).
Perspektivní výrobky	Nekynutý chléb, snídaňové cereálie, extrudované výrobky, trvanlivé pečivo, různé moučnický (zejména „domácí“ výroby).
Zápory	Pekařsky velmi slabý, roztékavý lepek; samostatně pekařsky obtížně zpracovatelné, nevhodné pro výrobu kynutého pečiva.
Klady	Vyšší nutriční hodnota (ve srovnání s pšenicí setou), zpravidla pozitivně hodnocené senzorické vlastnosti výrobků.
Dostupnost výrobků	V ČR dostupnost výrobků dosud velmi omezená. V prodeji je zejména celé (vyloupané) zrna dvouzrnky, případně i dvouzrnková mouka. Dvouzrnku mohou obsahovat i některé další výrobky, např. snídaňové cereálie.

Citovaná literatura

- Acquistucci, R., Aureli, G., Codianni, P., Colonna, M., Galterio, G. (2003): *T. turgidum* ssp. *dicoccum*: chemical, nutritional and sensory evaluation of raw materials and pasta products. In: Pogna, N. E., Romanò, M., Pogna, E. A., Galterio, G. (Eds.), Proc. 10th Int. Wheat Genet. Symp., Vol. 2, 1-6 Sept., Paestum, Italy, Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Rome. pp. 1307-1309.
- Brown-Guedira, G. L., Hatchett, J. H., Liu, X. M., Fritz, A. K. et al. (2005): Registration of KS99WGRC42 Hessian fly resistant hard red winter wheat germplasm. *Crop Sciences* 45: 804-805.
- Castagna, R., Borghi, B., Di Fonzo, N., Heun, M., Salamini, F. (1995): Yield and related traits of einkorn (*T. monococcum* spp. *monococcum*) in different environments. *European Journal of Agronomy* 4: 371-378.
- Cubadda, R., Marconi, E. (1996): Technological and nutritional aspects in emmer and spelt. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), *Hulled wheats*, pp. 203-211. Int. Plant Genet. Resour. Inst., Rome, Italy.
- D'Antuono, L. F. (1993): Production and utilization of traditional and new specialist crops in Italy. In: Marshall, G., Svoboda, K. (Eds.), *The production and impact of specialist minor crops in the rural community*, pp. 39-58. Comm. Eur. Communities, Directorate-Gen. Agric., Brussels, Belgium.
- D'Antuono, L. F., Galletti, G. C., Bocchini, P. (1997): Fibre quality of *Triticum dicoccum* Schubler and *T. monococcum* L. landraces from Italy as determined by analytical pyrolysis. In: Stølen, O., Bruhn, K., Pithan, K., Hill, J. (Eds.), *Small grain cereals and pseudo-cereals*, COST814 Workshop, Roy. Vet. Agric. Univ. Copenhagen, Denmark, 22-24 Feb. 1996, pp. 53-65.
- De Giorgio, D., Maiorana, M., Rizzo, V., Ferri, D., Convertini, G. (1995): Evaluation of the main bio-agronomic and qualitative characteristics of emmer (*Triticum dicoccum* Schübler) at different sowing times and nitrogen fertilizing levels. *Opt. Méditerr.* 12: 75-78.
- De Vita, P., Mastrangelo, A. M., Codianni, P., Fornara, M., Palumbo, M., Cattivelli, L. (2007): Bio-agronomic evaluation of old and modern wheat, spelt and emmer genotypes for low-input farming in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy* 2: 291-302.
- Dorofeev, V. F. et al. (1987): *Pšenicy mira Leningrad, VO „Agropromizdat“ Leningradskoe otdelenie 1987*
- Dvorak, J., Deal, K. R., Luo, M. C., You, F. M., von Borstel, K., Dehgan, H. (2012): The origin of spelt and free threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity* 103: 426-441.
- Galletti, G. C., Bocchini, P., D'Antuono, L. F. (1996): Fiber composition of a neglected species (*Triticum dicoccum* Schubler) as determined by pyrolysis/gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 3133-3135.



- Galterio, G., Codianni, P., Giusti, A. M., Pezzarossa, B., Cannella, C. (2003): Assessment of the agronomic and technological characteristics of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* Schrank and *T. spelta* L. *Nahrung/Food* 47: 54-59.
- Grausgruber, H., Tumpold, R., Lassnig, P., Ruckenbauer, P. (2002): Agronomische und qualitative Merkmale von Emmer (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*). 49. DGQ Vortragstagung „Qualität und Pflanzenzüchtung“, 4-5 März, Hannover, pp. 41-50.
- Grausgruber, H., Sailer, C., Ghambashidze, G., Bolyos, L., Ruckenbauer, P. (2004a): Genetic variation in agronomic and qualitative traits of ancient wheat. In: Vollmann, J., Grausgruber, H., Ruckenbauer, P. (Eds), Genetic variation for plant breeding, Proc. 17th EUCARPIA General Congress, 8-11 Sept., Tulln, Austria. BOKU - Univ. Natural Resour. Appl. Life Sci., Vienna, Austria, pp. 19-22.
- Grausgruber, H., Scheiblauber, J., Schönlechner, R., Ruckenbauer, P., Berghofer, E. (2004b): Variability in chemical composition and biologically active constituents of cereals. In: Vollmann, J., Grausgruber, H., Ruckenbauer, P. (Eds), Genetic variation for plant breeding, Proc. 17th EUCARPIA General Congress, 8-11 Sept., Tulln, Austria. BOKU - Univ. Natural Resour. Appl. Life Sci., Vienna, Austria, pp. 23-26.
- Heisey, P., Smale, M., Byerlee, D., Souza, E. (1997): Wheat rusts and the costs of genetic diversity in the Punjab of Pakistan. *American Journal of Agricultural Economy* 79: 726-737.
- Herrera-Foessel, S. A., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Yuen, J., Djurle, A. (2005): New genes for leaf rust resistance in CIMMYT durum wheats. *Plant Disease* 89: 809-814.
- Hopf, M. (1991): South and Southwest Europe. In: van Zeist, W., Wasylikowa, K., Behre, K. E. (Eds.), *Progress in Old World paelaeoethnobotany*, AA Balkema, Rotterdam, the Netherlands. pp. 241-277.
- Jakubziner, M. M., Dorofeev, V. F. (1969): Mirovie resursy pshenicy na sluzhbe sovetrskoj selekcii. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii* 41 (1): 40-51.
- Jantsch, P., Trautz, D. (2001): Untersuchung zur Anbaueignung verschiedener Herkünfte von Einkorn (*Triticum monococcum*) und Emmer (*Triticum dicoccum*) im ökologischen Landbau. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 13: 174-175.
- Jaradat, A. A. (2011): Ecogeography, genetic diversity, and breeding value of wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides* Körn ex Asch. a Graebn.) Thell. *Australian Journal of Crop Science* 5: 1072-1086.
- Kihara, H. (1919): Über cytologische Studien bei einigen Getreidearten. 1. Spezies-Bastarde des Weizens und Weizenroggen-Bastard. *The Botanical Magazine* 33: 17-38.
- Kolmer, J. A., Dyck, P. L., Roelfs, A. P. (1991): An appraisal of stem and leaf rust resistance in North American spring wheats and the probability of multiple mutations to virulence in populations of cereal rust fungi. *Phytopathology* 81: 237-239.



- Konvalina, P., Capouchová, I., Stehno, Z., Moudrý, J. (2010a): Morphological and biological characteristics of the landraces of the spring soft wheat grown in the organic farming system. *Journal of Central European Agriculture* 11: 235-244.
- Lucchese, C., Minelli, M., D'Antuono, L. F. (1998): Total protein profiles: a database for Italian emmer wheat. In: Jaradat, A. A. (Ed.), *Triticeae III*, Science Publishers, Inc., Enfield, NH. pp. 227-235.
- Marconi, E., Cubadda, R. (2005): Emmer wheat. In: Abdel-Aal, E. S. M., Wood, P. (Eds.): *Speciality grains for food and feed*, Am. Ass. Cereal Chem., St. Paul, MN., pp. 63-108.
- Marino, S., Tognetti, R., Alvino, A. (2009): Crop yield and grain quality of emmer populations grown in central Italy, as affected by nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy* 31: 233-240.
- Matuschak, B. (2000): Comeback auf dem Acker. Urweizen zurück: Modellprojekt im Klettgau. *Salz a Pfeffer* 10/2000, pp. 84-87.
- Mesfin, A., Froberg, R. C., Khan, K., Olson, T. C. (2000): Increased grain protein content and its association with agronomic and end-use quality in two hard red spring wheat populations derived from *Triticum turgidum* L. var. *dicoccoides*. *Euphytica* 116: 237-242.
- Nesbitt, M., Samuel, D. (1996): From staple crop to extinction? The archaeology and history of hulled wheats. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), *Hulled wheats*, Int. Plant Genet. Resour. Inst., Rome, Italy. pp. 41-100.
- Oliveira, J. A. (2001): North Spanish emmer and spelt wheat landraces: agronomical and grain quality characteristic evaluation. *Plant Genetics Resources Newsletter* 125, 16-20.
- Oliver, R. E., Stack, R. W., Miller, J. D., Cai, X. (2007): Reaction of wild emmer wheat accessions to *Fusarium* head blight. *Crop Science* 47: 893-899.
- Pagnotta, M. A., Laghetti, G., Mondini, L., Codianni, P., Volpe, N., Riefolo, C., Savo Sardaro, M. L., Perrino, P., Fares, C. (2003): Assessment of genetic diversity and characterization of Italian emmer wheat (*Triticum dicoccum* Schübler) populations. In: Pogna, N. E., Romanò, M., Pogna, E. A., Galterio, G. (Eds.), *Proc. 10th Int. Wheat Genet. Symp.*, Vol. 2, 1-6 Sept., Paestum, Italy, pp. 506-508. Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Rome.
- Peng, J. H., Fahima, T., Roder, M. S., Li, Y. C., Dahan, A., Grama, A., Ronin, Y. I., Korol, A. B., Nevo, E. (1999): Microsatellite tagging of the stripe-rust gene *YrH52* derived from wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, and suggestive negative crossover interference on chromosome 1B. *Theoretical and Applied Genetisc* 98: 862-872.
- Piergiovanni, A. R., Laghetti, G., Perrino, P. (1996): Characteristics of meal from hulled wheats (*Triticum dicoccon* Schrank and *T. spelta* L.): an evaluation of selected accessions. *Cereal Chemistry* 73: 732-735.
- Piergiovanni, A. R., Rizzi, R., Pannacchulle, E., Della Gatta, C. (1997): Mineral composition in hulled wheat grains: a comparison between emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and spelt (*T. spelta* L.) accessions. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 48: 381-386.



- Rajaram, S., Peña, R. J., Villareal, R. L., Mujeeb-Kazi, A., Singh, R., Gilchrist, L. (2001): Utilization of wild and cultivated emmer and of diploid wheat relatives in breeding. *Israel Journal of Plant Sciences* 49 (Suppl.): S93-S104.
- Reader, S. M., Miller, T. E. (1991): The introduction into bread wheat of a major gene for resistance to powdery mildew from wild emmer wheat. *Euphytica* 53: 57-60.
- Sakamura, T. (1918): Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arten. *The Botanical Magazine* 32: 151-154.
- Samuel, D. (1993): Ancient Egyptian cereal processing: Beyond the artistic record. *Cambridge Archaeological Journal* 3: 271-283.
- Samuel, D. (1996): Archaeology of ancient Egyptian beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists* 54: 3-12.
- Schneider, D. M., Heun, M. (1988): New resistance genes against powdery mildew in diploid and tetraploid *Triticum* species. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Fortwirtschaft Berlin-Dahlem* 245, 311 p.
- Schumacher, M., Lindhauer, G. (2002): Einkorn a emmer – Renaissance of ancient wheats? II. Poster presentation, ICC/IRTAC Cereal Conference, 9-11th October, Paris.
- Schulz, A. (1913): Die Geschichte der kultivierten Getreide I. Louis Neberts Verlag, Halle.
- Troccoli, A., Codianni, P. (2005): Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rainfed condition in southern Italy. *European Journal of Agronomy* 22: 293-300.
- Van Zeist, W., Bakker-Heeres, J. A. H. (1982): Archaeobotanical studies in the Levant. I. Neolithic sites in the Damascus Basin: Aswad, Ghoraifé, Ramad. *Palaeohistoria* 24: 165-256.
- Wang, Z. L., Li, L. H., He, Z. H., Duan, X. Y. et al. (2005): Seedling and adult plant resistance to powdery mildew in Chinese bread wheat cultivars and lines. *Plant Disease* 89, 457-463.
- Wolfe, M. S., Baresel, J. P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovacs, G., Löschenberger, F., Miedaner, T., Østergård, H., Lammerts van Bueren, E. T. (2008): Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica* 163: 323-346.
- Zohary, D., Hopf, M. (2000): Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley, 3rd Ed. Oxford Univ. Press Inc., New York.



Kapitola 3.

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.)

Petr Konvalina¹, Heinrich Grausgruber²

¹Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13
370 05 České Budějovice, Česká Republika, <http://konvalina.zf.jcu.cz>
e-mail: konvalina@zf.jcu.cz

²University of Natural Resources and Life Sciences, Department of Crop Sciences
Division of Plant Breeding, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln, Rakousko
e-mail: heinrich.grausgruber@boku.ac.at

Abstract:

Spelt is very often called an “old European wheat species”. As it does not lay down any serious requirements for the environmental conditions, it is suitable for montane regions. Nowadays, the largest areas spelt is grown on are found in German speaking countries (Austria, Switzerland, and Germany). The areas spelt is grown on have been extending in the Czech Republic, Poland, and Slovakia. Winter varieties of spelt are mostly grown in Europe. Spelt has got an advantage - it does not lay down any serious requirements for the growing

conditions. It tolerates wet and cold weather. Spelt is relatively resistant to common wheat diseases and pests too. It has got one more advantage - it is composed of more grain proteins than bread wheat. It has got significantly higher baking quality than einkorn and emmer wheat. Easy technological processing, as well as wide range of possibilities of processing and usage, is another advantage of spelt wheat.

Key words:

spelt, growing, quality, organic farming



Abstrakt:

Pšenice špalda je často označována jako „stará evropská pšenice“. Díky své nenáročnosti k podmínkám prostředí je vhodná pro pěstování v horských oblastech. V současnosti jsou největší pěstitelské plochy v německy mluvících zemích (Švýcarsko, Rakousko, Německo). Pěstitelské plochy postupně narůstají také v České republice, Polsku a na Slovensku. K dispozici jsou především ozimé odrůdy. Výhodou pšenice špaldy je nenáročnost k pěstitelským podmínkám. Dobře snáší vlhké a chladné podmínky.

Pšenice špalda je poměrně odolná k běžným chorobám a škůdcům pšenice. Další předností je vyšší obsah bílkovin v zrna ve srovnání s pšenicí setou. Podstatně vyšší je pekařská jakost než u pšenice dvouzrnky a jednozrnky, lepší technologická zpracovatelnost, široké možnosti zpracování a uplatnění.

Klíčová slova:

pšenice špalda, pěstování, kvalita, ekologické zemědělství



Úvod

Pšenice špalda je v naší oblasti již poměrně známou plodinou a její pěstitelské plochy se každoročně navyšují. V 90. letech minulého století nebyly v České republice k dispozici domácí odrůdy pšenice špaldy. K obratu k lepšímu došlo až v roce 2001, kdy se podařilo ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze - Ruzyni vyšlechtit a registrovat odrůdu pšenice špaldy zvanou Rubiota. Jedná se o originální odrůdu, které říkáme "červená", není zkrížena s pšenicí setou a tudíž má původní specifickou genetickou stavbu.

V souvislosti s rozvojem ekologického zemědělství a zvyšující se produkcí zrna pšenice špaldy se také zvyšoval zájem konzumentů o „špaldové“ výrobky. V současnosti je na trhu poměrně široké množství výrobků, které čítá několik desítek různých produktů. O pšenici špaldu je zájem také pro její vysokou nutriční hodnotu.

Čeští zemědělci za uplynulých dvacet let již získali určité zkušenosti s pěstováním špaldy. I přes to, že pěstitelské plochy pšenice špaldy v ekologickém zemědělství činí několik tisíc hektarů (a neustále narůstají), není dosud k dispozici ucelený přehled o pěstování a využití pšenice špaldy. Některými ekologickými zemědělci je také diskutována otázka možností využití jarních forem tohoto druhu, především z důvodu náhrady poškozených podzimních výsevů. Z tohoto důvodu metodika vychází z praxí osvědčených postupů pěstování pšenice špaldy v ekologickém zemědělství (ozimé formy) a je doplněna o doporučení pro pěstování jarních forem.

Tabulka 1a: Vývoj pěstitelských ploch pšenice špaldy v ČR

Plodina	Celková plocha v EZ (ha)			Ekologická produkce (t)			Výnos (t.ha ⁻¹)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Obilniny	24355	13998	24382	43746	40565	49405	2,94	2,90	2,80
Pšenice setá	5267	6153	7406	9491	8872	13825	3,14	3,26	3,04
Špalda	2560	2232	2158	6586	6136	5638	2,82	2,91	2,75

Zdroj: MZe, 2010; ÚKZÚZ 2011; MZe, 2012

Tabulka 1b: Vývoj pěstitelských ploch pšenice špaldy v Rakousku

Plodina	Celková plocha v EZ (ha)			Ekologická produkce (t)			Výnos (t.ha ⁻¹)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Obilniny	91337	95569	93114	261178	243885	318550	2,76	2,47	3,01
Pšenice setá	25588	28486	30362	86065	93663	117807	3,36	3,29	3,88
Špalda	8523	7978	7769	23567	16840	14213	2,77	2,11	1,83

Zdroj: Lindner et al. (2012) - Grüner Bericht, 2012



V České republice pěstitelské plochy postupně narůstají. V roce 2010 činily 2232 ha s průměrným výnosem $2,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Celkový přehled za roky 2008 – 2010 je uveden v tabulce č. 1. Například v sousedním Rakousku jsou pěstitelské plochy vyšší než v ČR a činí necelých 8000 ha.

Historie pěstování

Archeologické nálezy pšenice špaldy jsou dobře zdokumentována v Evropě. Špalda byla nalezena ve vykopávkách z mladší doby kamenné (2500 – 1700 př. n. l.) z Německa, Polska a Dánska (Körber-Grohne, 1989). Ve střední Evropě byla špalda tradičně pěstována do počátku 20 století. V německy mluvících zemích, především v oblasti Alp (Švýcarsko, jižní Německo, Rakousko), byla špalda dokonce dominantní obilninou. V důsledku nízké výnosové odezvy na hnojení a potřebě loupání před zpracováním došlo postupně k omezení pěstování pšenice špaldy. Po druhé světové válce se špalda již prakticky nepěstovala a byla nahrazena pšenicí setou. Na počátku nového tisíciletí je špalda pěstována na plochách čítajících desítky tisíc hektarů, především v low input a nebo ekologickém zemědělství.

V současnosti stoupá zájem o pěstování a využití opomíjených plodin, mezi které patří pšenice špalda. Protože tato plodina byla méně prošlechtěna než jiné obilniny, jako třeba pšenice setá, tak její produkty provází pověst určité “přírodnosti a zdravoti”. Své uplatnění nachází především v ekologickém zemědělství, kdy se v důsledku nižší intenzity pěstování stává konkurenceschopnou plodinou s pšenicí setou.

Fylogenetický vývoj

Přirozená mezidruhovná hybridizace a allopolyploidie měla průkazný vliv na evoluci rodu pšenice. Hexaploidní druhy pšenice existují jen v domestikovaných formách. Dodnes se nepodařilo nalézt jejich divoké předky. Z tohoto důvodu předpokládáme, že hexaploidní odrůdy tedy nemají divoké předky (Dvorak et al., 1993). McFadden a Sears (1946) prezentovali hypotézu, že pluchatá pšenice špalda ($qq^{5A}TgTg^{2B}TgTg^{2D}$), je předkem nahé pšenice seté. Podle této hypotézy došlo vlivem několikanásobné mutace k vytvoření fenotypu s nahým zrnem ($QQ^{5A}tgtg^{2B}tgtg^{2D}$) (Matsuoka, 2011). Absence archeologických nálezů pro pšenici špaldu na Blízkém východě a na Kavkazu je v rozporu s hypotézou, že špalda pochází z Asie. Předpokládalo se, že evropská špalda odvozuje svůj původ od



tetraploidní pluchaté pšenice dvouzrnky. Mělo se tak stát introgresí genů do hexaploidní pšenice s nahým zrnem (Blatter et al., 2002; 2004). V Iránu však došlo k nálezům důkazů o pěstování pšenice špaldy (Kuckuck a Schiemann, 1957). Nezodpovězenou otázkou zůstává, zda se jedná o pozůstatek pěstování z minulosti, a nebo o výsledek nedávné hybridizace.

Krajové odrůdy pšenice špaldy se v některých studiích rozdělují na dvě skupiny - evropská a asijská. Obě skupiny mohou mít polyfyletický původ. Současné studie (Dvorak et al., 2012) podporují myšlenku, že pšenice špalda vznikla hybridizací nahé hexaploidní pšenice s tetraploidní pšenicí dvouzrnkou. Původ asijského typu pšenice špaldy však nadále zůstává nejasný. Například pšenice gruzínská (*T. macha*) je příkladem diverzifikace pšenice seté v důsledku introgrese interploidie. Tento (pod) druh je endemickým v Gruzii. Studie na úrovni molekulární genetiky naznačují, že se jedná o pšenici, která je výsledkem segregace díky přírodní hybridizaci mezi pšenicí dvouzrnkou a pšenicí setou (Dvorak a Luo, 2001).

Box 1: Historie pěstování a botanická charakteristika pšenice špaldy

Latinský název	<i>Triticum spelta</i> L.
Místo domestikace	Patrně v oblasti Alp (dnešní Švýcarsko).
Čas domestikace	Doba bronzová.
Pěstitelské plochy	Postupně narůstají. V ČR dosahují téměř 3000 ha. V konvečním zemědělství se prakticky nepěstuje.
Ploidie	Hexaploidní.
Zrno	Velká zrna, HTS až 50 g, zrno obaleno pluchami.
Typ vývoje	Ozimé a jarní formy. V naší oblasti se pěstují výhradně ozimé.

Pěstování v ekologickém zemědělství

Pšenice špalda je ukázkovým druhem pšenice, který je vhodný pro pěstování v ekologickém zemědělství. Je pro ni charakteristická mohutná kořenová soustava, která umožňuje získat živiny z hlubších vrstev půdy. Vrcházející rostliny mají rozprostřený trs, listy jsou užší, více chloupkaté než u pšenice seté. Stéblo je duté, tenkostěnné a poměrně dlouhé (110 – 150 cm). Výška rostlin jarní špaldy bývá nižší než ozimých odrůd a pohybuje se nejčastěji okolo 100 cm.

V ranosti se pšenice špalda příliš neliší od pšenice seté, i pokud jde o variabilitu v tomto znaku. Pšenice špalda vyžaduje dostatek vláhy především v době klíčení, vzcházení, sloupkování a nalévání zrna. Vzhledem k výšce rostlin je pšenice špalda náchylnější k poléhání než pšenice setá. Tuto skutečnost je nutno mít na zřeteli při používání vyšších dávek organických hnojiv.



Klas je typický „speltoidní“ a může být osinatý, ale převážně bývá bezosinný. Klasy jsou dlouhé, řídké, rozlamující se na klásky. Jednotlivé klásky řídce přisedají k silnému klasovému větvení. V klásku je 3 – 5 kvítků, vytvářejících 2 – 3 zrna. Obilky zůstávají obaleny pluchami uvnitř klásku. Vyloupaná zrna pšenice špaldu jsou štíhlejší, delší a větší než u pšenice seté. Z výnosových prvků je pro pšenici špaldu charakteristická vyšší hmotnost 1000 semen (HTS). Ve výnosovém potenciálu nedosahuje pšenice špalda úrovně pšenice seté ani při porovnání jarních forem. Hrubý výnos v podmínkách ekologického pěstování bývá v rozmezí 2,5 – 5,0 t.ha⁻¹ s podílem pluch do 40 %.

Nároky na prostředí

Pšenice špalda je ve srovnání s pšenicí setou méně náročná na podmínky prostředí. V době klíčení a vzcházení, sloupkování a nalévání zrna vyžaduje však dostatek vláhy. Snese i extrémní vlhkostní podmínky (nadbytek vláhy). Také nároky na teplotu jsou nízké. Špalda má dobrou mrazuvzdornost a je odolná i vůči vyležení při vysoké vrstvě sněhu. Teplotní extrémy, vyjma vysokých veder v době dozrávání, jí neškodí.

Pro její pěstování jsou nejvhodnější středně těžké až těžší půdy, méně vhodné jsou půdy lehké, písčité a rašelinné. Díky dobrému prokořenění půdy má špalda vysokou schopnost osvojovat si živiny. Její pěstování se doporučuje do oblastí s podmínkami méně vhodnými pro pšenici setou tam, kde již pšenice setá ztrácí efektivnost, nejlépe do horší obilnářské, bramborářské, podhorské a horské oblasti. V řepařské oblasti ji lze zařadit do lokalit s omezenými vstupy (chráněné krajinné oblasti, pásma ochrany spodních vod), do chladnějších a vlhčích poloh. Ve šlechtění pšenice seté byla špalda využívána jako zdroj odolnosti k nepříznivým podmínkám pěstování (horské oblasti).

Zařazení v osevním postupu

Do osevního postupu pšenici špaldu zařazujeme podobně jako pšenici setou. Nejlepšími předplodinami jsou vojtěška, jetel luční (vzhledem k náchylnosti k poléhání při přemíře dusíku zařazujeme špaldu po leguminózách jen na chudších půdách), bob a okopaniny, zvláště brambory, ale i oves. Špaldu je možné vysévat i po rozorání louky či úhoru (Konvalina et al., 2008).



Po ostatních obilninách, zvláště po pšenici, špaldu pokud možno nepěstujeme vzhledem ke zvýšenému riziku výskytu houbových chorob. Pšenice jako předplodina špaldy může navíc nepříznivě působit na udržení čistoty druhu. Ozimé obilniny nejsou vhodnými předplodinami také vzhledem k podpoře rozvoje ozimých plevelů (Moudrý a Stražil, 1999).

Předplodinová hodnota pšenice špaldy jako předplodiny je poměrně nízká, přesto je špalda lepší předplodinou než pšenice ozimá. Podsevy snáší dobře, podobně jako žito (Moudrý, 2011). Při poléhání špaldy mohou podsevy prorůstat, ztížit sklizeň a přispět ke snížení výnosu (Konvalina et al., 2008).

Výživa rostlin a hnojení

Špalda má dobrou schopnost osvojovat si živiny z půdy (Moudrý, 2011). Požadavky na živiny jsou podobné jako u pšenice seté. Důležitá je úprava pH půdy vápněním k předplodině nebo po její sklizni. Špalda je vzhledem k větší náchylnosti k poléhání velmi citlivá na přehnojení dusíkem. Celková dávka dusíku (dusík dostupný po předplodině a dusík dodaný v organických hnojivech) by neměla překročit $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (starší odrůdy s dlouhým stéblem) a $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (nově šlechtěné odrůdy). Dělení dávky dusíku vychází ze stejných principů jako u pšenice seté (Moudrý a Stražil, 1999). Podzimní i časný jarní vývoj špaldy je pomalejší a požadavky na dusík v této periodě jsou nižší (Konvalina et al., 2008). Proto předseťové hnojení dusíkem po dobré předplodině vynecháváme. V ekologicky hospodařících podnicích se doporučuje například regenerační a produkční dávku dusíku aplikovat ve formě kejdy ($15 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), jemně drceného a rozmetaného hnoje (do $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) nebo kompostu. Vzhledem k delší době uvolňování dusíku do přijatelné formy se doporučuje hnojení organickými hnojivy s určitým předstihem (Moudrý a Stražil, 1999).

Odrůdy

Z ozimých forem je nejvhodnější volbou ozimá odrůda Rubiota, která vznikla výběrem z genových zdrojů Genové banky při VÚRV v Praze-Ruzyni a je přizpůsobena našim klimatickým podmínkám. Odrůda Rubiota, registrovaná v roce 2001, vznikla opakovaným individuálním výběrem z klasické německé špaldy Fuggers Babenhauser Zuchtweizen. Charakteristické je silné antokyanové zabarvení koleoptyle a naopak velmi slabé zabarvení oušek praporcového listu. Ojínění pochvy praporcového listu, stébla a klasu je střední. Klas je jehlancovitý, velmi



dlouhý, řídký, hnědavě zabarvený. Zrno je červenohnědé, velké s HTS dosahující 60 g i více. Podíl pluch ve sklizni klásků činí 23 až 25 %. Obsah hrubého proteinu v pokusech VÚRV, v.v.i. činil 19,44 % (Tabulka 2a). Jedná se o odrůdu ozimého charakteru s vysokým stéblem, později dozrávající, s vyšší citlivostí k padlí travnímu (*Blumeria graminis*). Je doporučována do systému ekologického zemědělství i na pozemky s nižší hladinou živin.

Table 2a: Dlouhodobé průměrné výsledky jakostních parametrů v ČR registrované odrůdy pšenice špaldy

Odrůda	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS sedimentační test (ml)
Rubiota	19,4	54,5	19	36,0

Další alternativou je doposud nabízená odrůda Ceralio. Distribuci osiv zajišťuje v ČR společnost PRO-BIO obchodní spol. s r.o.

V Rakousku jsou oficiálně registrovány dvě odrůdy ozimé špaldy - Ebners Rotkorn a Ostro (Tabulka 2b). Společnost Saatbau Linz distribuuje odrůdu Ebners Rotkorn, která dosahuje vysokých parametrů jakosti a je odolná vůči běžným chorobám pšenice. Druhá odrůda Ostro dosahuje obdobných parametrů jakosti (Tabulka 2b). Výsledky v Německu pěstovaných odrůd jsou uvedeny v Tabulce 2c.

Tabulka 2b: Dlouhodobé průměrné výsledky jakostních parametrů v Rakousku registrovaných odrůd pšenice špaldy (upraveno dle AGES, 2012)

Odrůda	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Číslo poklesu (s)	Zelený sedimentační index (ml)
Ebners Rotkorn	15,5	42,2	279	19,0
Ostro	15,5	41,8	279	18,9

Tabulka 2c: Dlouhodobé průměrné výsledky (2001 – 2007) jakostních parametrů v Německu pěstovaných odrůd pšenice špaldy (upraveno dle Münzing et al., 2009)

Odrůda	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS sedimentační test (ml)
Franckenkorn	13,3	30,2	52	49,0
Oberkulmer Rotkorn	14,8	36,7	44	42,0



Odrůdy jarních forem pšenice nejsou v současné době na trhu k dispozici, i když o jejich pěstování je ze strany farem zájem. Jarní špalda je šlechtěna např. v Polsku (kmen jarní špaldy pod pracovním názvem Wirtas).

Příprava půdy a setí

Platí obecné zásady jako při pěstování ostatních obilnin. Vzhledem ke své nenáročnosti snese špalda i půdy hůře připravené. Vhodné je mělčí zpracování půdy. Utužené seťové lůžko je žádoucí kvůli náročnosti na vláhu při klíčení a vzcházení. Proto jsou pro špaldu vhodné i půdy ulehlejší, mělce zpracované (vyhovuje ji také minimalizace a povrchové kypření půdy) (Konvalina et al., 2008).

Ozimou špaldu vyséváme ve druhé polovině září, ale v krajním případě poměrně dobře dozruchází (i na jaře) při velmi pozdním setí. Pro jarní formy platí obdobná doporučení jako pro ostatní na jaře seté obilniny.

Obvykle se vysévá neloupané osivo, přičemž hrozí nebezpečí ucpávání semenovodů a výsevních btek (Moudrý a Stražil, 1999). Z tohoto důvodu se doporučují zejména pneumatické secí stroje (Konvalina et al., 2008).

V příznivých podmínkách se výsevek pohybuje od 300 do 350 klíčivých obilek na m^2 , v horších podmínkách 350 – 400 obilek na m^2 . U nahých obilek pak činí výsevek 180 – 200 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, při výsevu neloupaných klásků až 300 kg na ha (Moudrý, 2011). Vzdálenost řádků i hloubka setí jsou stejné (vzdálenost řádků 10 – 12,5 cm , hloubka setí 3 – 4 cm) jako u pšenice seté (Moudrý a Stražil, 1999). Obdobný výsevek uvádí také Pospisil et al. (2011), podle kterých jako optimální se jevil výsev 300 klíčivých obilek na m^2 u ozimých odrůd (Tabulka 3).

Tabulka 3: Vliv výsevků na produkční charakteristiku odrůd ozimé špaldy (Nirvana a Ostro) - upraveno dle Pospisil et al. (2011)

Výsevek ($\text{MKS} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Výnos celých klásků ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Hmotnost zrna v klasu (g)	Počet zrn v klasu
2,0	5,6	1,7	33
3,0	5,8	1,8	33
4,0	5,6	1,8	33



Regulace plevelů

Pšenice špalda má dobrou konkurenceschopnost vůči plevelům. Plně postačí využívat zásad správné zemědělské praxe. Odlišná situace může nastat v případě srovnání ozimé a jarní formy. Jarní špaldy poměrně rychle zakrývají povrch pozemku, takže plevelům dobře konkurují. U ozimých špald je vyšší riziko zaplevelení v případě špatného přezimování porostu.

Z přímých zásahů se běžně používá k regulaci zaplevelení vláčení. Na zapleveleném pozemku je vhodné ještě před vzejitím špaldy odstranit nitkující plevele síťovými branami. Při správně provedeném zásahu je poškozeno až 80 % nitkujících plevelů. Následně se provádí vláčení prutovými branami po vzejití porostu od třetího listu.

Vláčení není příliš účinné proti ozimým plevelům, jako je chundelka metlice (*Aspera spica-venti*) a nebo svízel přitula (*Galium aparine*). Jako prevence se proti chundelce metlici pozitivně uplatňuje pozdní setí porostu.

Regulace chorob a škůdců

Špalda je napadána stejnými chorobami jako pšenice setá. Celkově je ale proti nim odolnější. Mezi nejrozšířenější choroby pšenice špaldy patří choroby pat stébel (*Gaeumennomyces graminis*) a v hustších porostech padlí travní (*Erysiphe graminis*) (Konvalina et al., 2008). Méně škodlivá je plíseň sněžná (*Fusarium nivale*), braničnatka plevová (*Septoria nodorum*) a rez travní (*Puccinia graminis*) (Moudrý a Stražil, 1999).

Tabulka 4: Odolnost pšenice špaldy k chorobám pšenice (průměr 15 odrůd jarní formy)

Hodnocený znak a termín		Ukazatel					
		Průměr	SD	Variační koeficient	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil
Padlí travní	DC 39	7.80	1.21	15.5	8.00	7.00	9.00
	DC 59	7.20	1.61	22.4	8.00	6.00	8.00
	DC 77	8.20	0.41	5.0	8.00	8.00	8.00
Rez pšeničná	DC 77	8.47	1.41	16.7	9.00	9.00	9.00
Poznámka: Hodnocení chorob – 9 = bez příznaků							



V polních experimentech (screening v roce 2008) jsme hodnotili výskyt hlavních chorob pšenice. Jako příklad mohou posloužit výsledky z tabulky 4. Je z nich zřejmé, že některé z odrůd byly především během sloupkování méně odolné k napadení padlím travním. Rez pšeničná velký problém nepředstavovala. Je nicméně možné zaznamenat zvýšené hodnoty variačního koeficientu, což znamená, že některé odrůdy z hodnoceného souboru byly méně odolné.

Detailní hodnocení odolnosti jednotlivých odrůd vůči padlí a rzi jsou uvedeny v tabulce 5. Z výsledků je zřejmé, že mezi odrůdami byly velmi malé rozdíly. Prakticky všechny hodnocené odrůdy byly slaběji napadány padlím travním a následně více rzí pšeničnou. Ve srovnání s pšenicí setou bývá u pšenice špaldy zpravidla nižší výskyt mykotoxinu deoxynivalenolu v zrna. Patrně k tomu přispívá plucha, která chrání zrno a odstraňuje se až před zpracováním.

Tabulka 5: Odolnost k chorobám pšenice a výskyt deoxynivalenolu v zrna (průměr 3 lokalit a dvou ročníků)

Druh/odrůda	Padlí travní (0 – 9)	Rez pšeničná (0 – 9)	DON (ppb)
Pšenice špalda (<i>Triticum spelta</i> L.)			
<i>Triticum spelta</i> (Ruzyne)	8.2 ^{bd}	6.7 ^{bcd}	41.7 ^a
<i>Triticum spelta</i> (Tábor 22)	8.8 ^{de}	7.3 ^{cd}	83.3 ^a
<i>Triticum spelta</i> (Tábor 23)	8.8 ^{de}	6.8 ^{bcd}	133.3 ^a
Spalda bílá jarní	8.6 ^{de}	6.2 ^{ab}	120.8 ^a
VIR St. Petersburg	8.6 ^{de}	6.6 ^{bcd}	70.0 ^a
<i>Triticum spelta</i> (Kew)	8.2 ^{bd}	7.6 ^{de}	83.3 ^a
<i>Triticum spelta</i> No. 8930	8.6 ^{de}	6.4 ^{abc}	241.7 ^a
Průměr + směrodatná odchylka	8.5±0.3	6.8±0.5	110.6±65.4
Kontrolní odrůda pšenice seté (<i>Triticum aestivum</i> L.)			
SW Kadrilj	8.7 ^{de}	6.2 ^{ab}	246.7 ^a
Poznámka: Hodnoty označené stejnými písmeny nevykazují na základě výsledků Tukey HSD testu statisticky průkazné rozdíly ($P < 0.05$)			

V rámci povolených pravidel ochrany rostlin v ekologickém zemědělství není nutné provádět žádné přímé zásahy proti chorobám a škůdcům. Vzhledem k vysoké odolnosti pšenice špaldy plně postačuje dodržování zásad správné zemědělské praxe (střídání plodin, nepřehnojení porostu, apod.).

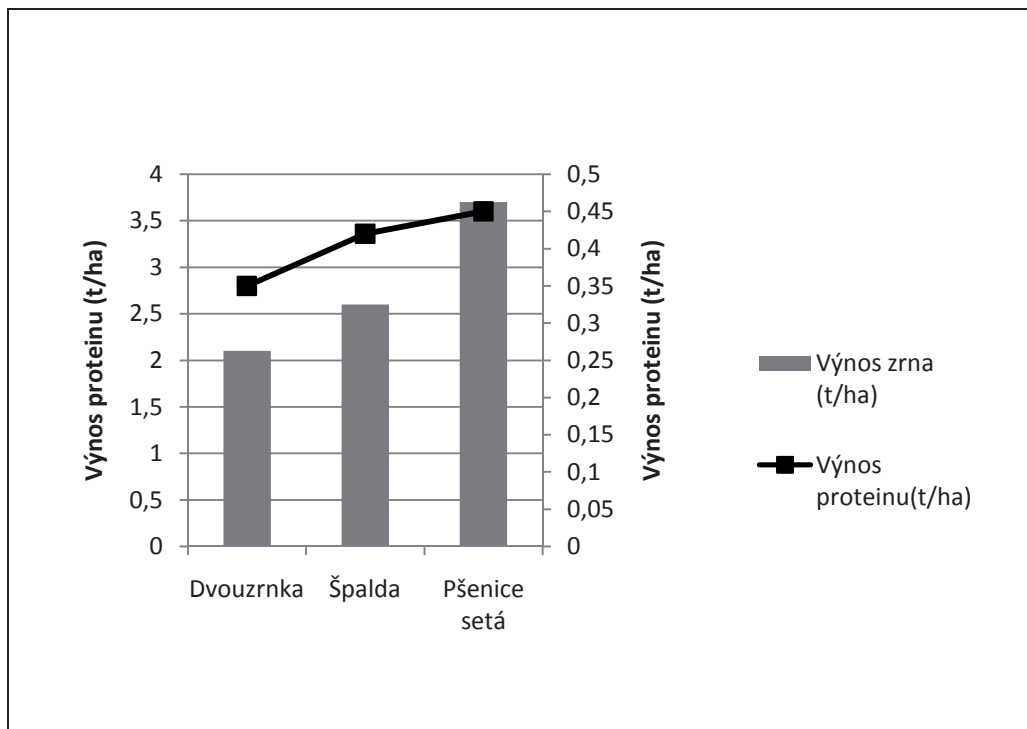


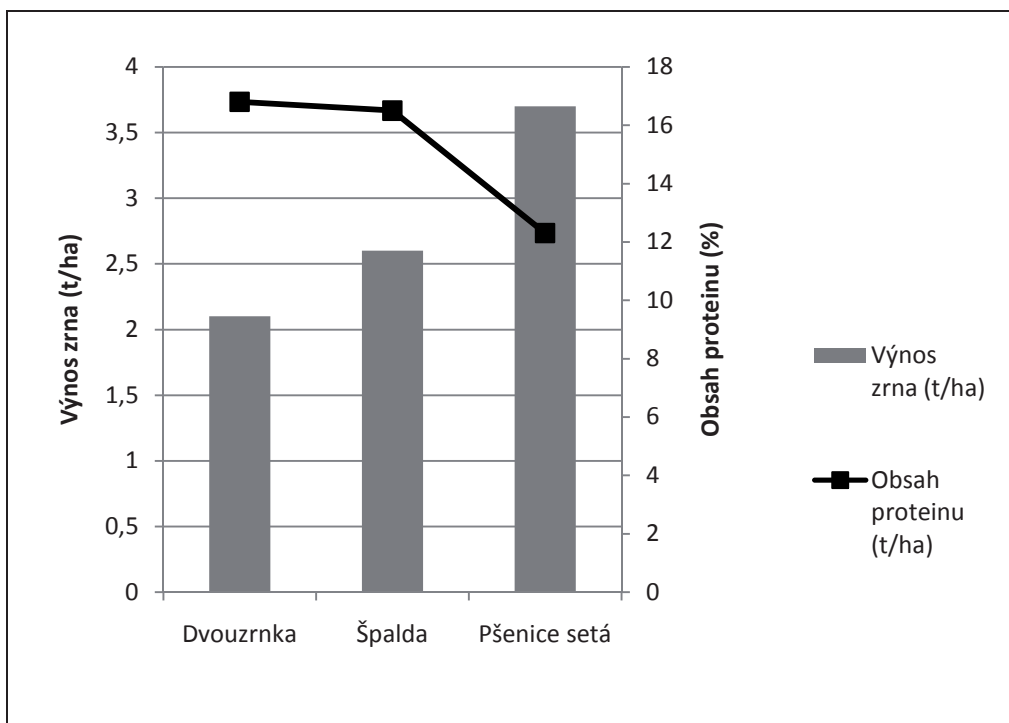
Sklizeň a posklizňové ošetření

Špaldu pro produkci zrna sklízíme v plné zralosti. Klas špaldy se při přezrání láme, sklizeň musí být proto šetrnější (snížené otáčky přiřaněče a mláticího bubnu). Protože sklízíme klásky (zrna i s obaly), je potřebné přiměřeně otevřít síta. Přitažením mláticího bubnu lze upravit stupeň rozlámání klasu až částečného vyluštění semen z klásků (Šarapatka et al., 2006). Částečné vyluštění však není vhodné při sklizni osiva, protože vyloupaná špalda může vykazovat sníženou klíčivost v důsledku mechanického poškození zrna. Doporučuje se spíše odpolední až večerní sklizeň (Neuerburg a Padel, 1994). Neoloupaná, suchá špalda se dobře skladuje. Pluchy dobře chrání obilky při skladování.

Před zpracováním se špalda loupe a čistí na nárazových třidičích. Loupáním se oddělí zrna z klásků. Podíl pluch a úlomků klasových vřeten může činit až 35 – 40 %. Pro pšenici špaldu je charakteristická vyšší HTS, která u mnoha odrůd přesahuje 50 g a v příznivých letech může dosáhnout i 60 g (Stehno, 2001). Hrubý výnos v podmínkách ekologického pěstování bývá v rozmezí 2,5 – 5,0 t.ha⁻¹ s podílem pluch 32 – 37 % (Konvalina et al., 2010).

Graf 2: Srovnání výnosu zrna (t.ha⁻¹) a hektarového výnosu proteinu (t.ha⁻¹)



Graf 3: Srovnání výnosu zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a obsahu proteinu v zrně (%)

Kromě klasické sklizně za účelem produkce pro mlynářské zpracování se v některých zemích využívají i další produkty. Může se jednat například o produkci tzv. zeleného zrna. Pro tento užitkový směr se sklízí špalda v mléčné až raně voskové zralosti. Následně se dosouší horkým vzduchem, resp. se udí kouřem z dubového dřeva při 120 °C na vlhkost 12 – 14 % (Šarapatka et al., 2006). Během uzení dochází k mazovatění škrobu, karamelizaci a vzniku aromatických látek. Plevy a pluchy zachytí dehtové látky. Po sušení a ochlazení se špalda lépe loupe (Moudrý a Stražil, 1999).



Box 2: Agrotechnika pšenice špaldy

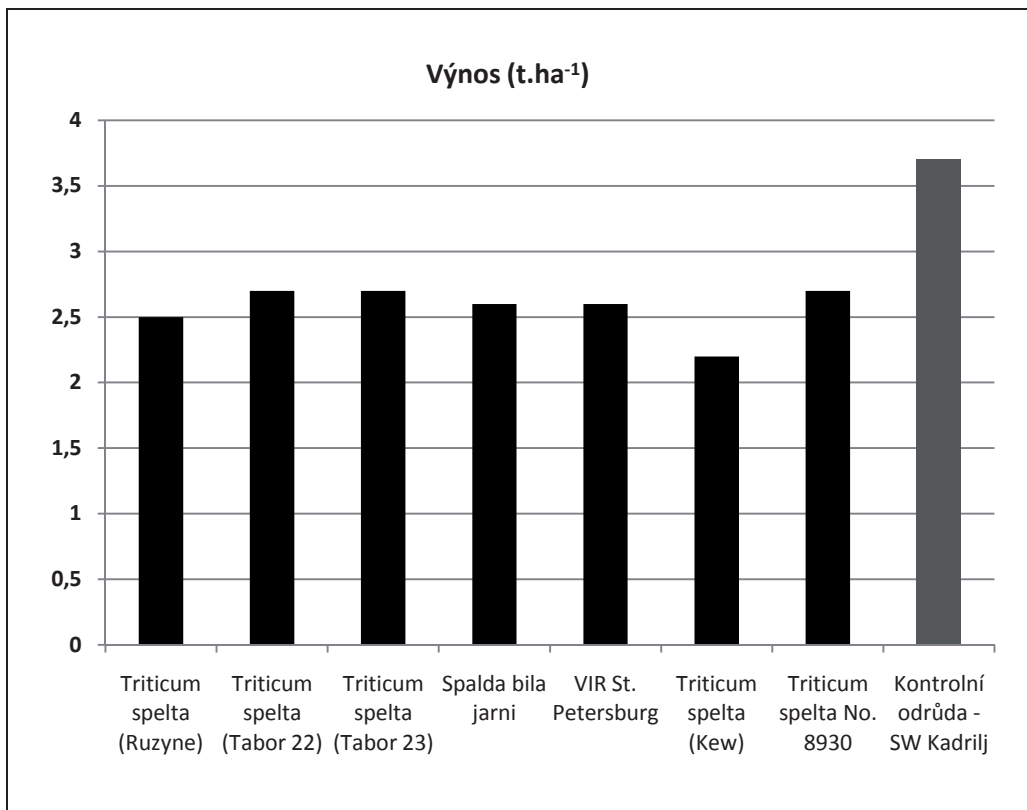
Nároky na prostředí	Přizpůsobivý druh, který snáší vlhké a méně úrodné půdy. Vysoká odolnost k poškození mrazem.
Osevní postup	Obdobné zásady jako u ostatních obilnin.
Výživa rostlin a hnojení	Celková dávka dusíku (dusík dostupný po předplodině a dusík dodaný v organických hnojivech) by neměla překročit $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (starší odrůdy s dlouhým stéblem) a $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (nově šlechtěné odrůdy).
Odrůdy	V České republice jsou dostupné ozimé odrůdy Rubiota, Ceralio. V nabídce jsou ale i zahraniční odrůdy (například Ebners rotkorn).
Příprava půdy a setí	Obdobné zásady jako u ostatních obilnin. V příznivých podmínkách se výsevek pohybuje od 300 do 350 klíčivých obilek na m^2 , v horších podmínkách 350 – 400 obilek na m^2 .
Regulace plevelů	Jako u ostatních obilnin za použití vláčení.
Regulace chorob a škůdců	Pšenice špalda je poměrně odolná k běžným chorobám a škůdcům pšenice. Především přehoustlé porosty mohou být poškozeny padlím travním.
Sklizeň	Sklizeň v plné zralosti. Klas špaldy je lámavý, proto musí být sklizeň šetrnější (snížené otáčky přihraněče a mlátícího bubnu). Z důvodu sklizně celých klásků je potřebné více otevřít také síta.

Ekonomika pěstování

Výnos vyčištěných klásků se v ekologickém zemědělství nejčastěji pohybuje okolo $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (může být i vyšší). V průměru 7 odrůd jarní formy pšenice špaldy činil na stanovištích v Praze a Českých Budějovicích $2,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Graf 4). Výnosová úroveň pšenice špaldy dosahovala 70 % výnosové úrovně pšenice seté. Jarní formy pšenice špaldy jsou tak méně produktivní i ve srovnání s ozimou formou pšenice špaldy. V běžném pěstování v roce 2010 činil průměrný výnos ozimých odrůd $2,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabulka 1). Mezi faktory, které snižují produktivitu jarních forem pšenice špaldy patří nízký sklizňový index, ale také nižší produktivita klasu (tabulka 6).



Graf 4: Výnosová úroveň 7 odrůd pšenice špalda (průměr dvou ročníků a tří lokalit) ve srovnání s kontrolní odrůdou pšenice seté - SW Kadrilj



Náklady na pěstování pšenice špaldy v ekologickém zemědělství jsou obdobné jako při pěstování pšenice seté. Výnosová úroveň pšenice špaldy dosahuje v průměru 89 % (ozimá forma) resp. 70 % (jarní forma) výnosové úrovně pšenice seté. Je třeba počítat s dalšími ztrátami v důsledku loupání. Prodejní cena špaldy v bio kvalitě se v České republice pohybuje v rozpětí 8000 – 10000 Kč.

Tabulka 6: Hospodářsky významné znaky pšenice špalda (průměr 15 krajových odrůd)

Hodnocený znak	Parametr					
	Průměr	SD	RSD	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil
Počet zrn v klasu	24.21	6.09	25.2	24.70	19.75	29.95
Počet zrn v klásku	1.33	0.32	24.1	1.28	1.07	1.56
Hmotnost zrna v klasu (g)	1.02	0.29	28.4	1.02	0.81	1.37
HTS (g)	42.59	7.23	17.0	40.68	36.92	46.13
Hustota klasu (klásek.10cm ⁻¹)	16.59	3.24	19.5	15.67	14.65	17.67
Sklizňový index	0.38	0.06	15.8	0.36	0.34	0.40
Podíl pluch (%)	30.67	2.03	6.6	30.89	29.41	31.98



Kvalita produkce

O špaldě se často tvrdí, že má v zrně vyšší obsah živin a je lépe stravitelné než zrno pšenice seté. Pro to tvrzení však neexistují jednoznačné vědecké důkazy. Velmi dobře je popsán vysoký obsah bílkovin v zrně (13 – 20 %) ve srovnání s pšenicí setou (Tabulka 7a a 7b). Složení aminokyselin pokud se vztahuje ke stejnému obsahu bílkovin v zrně, je prakticky totožné s pšenicí setou (Belitz et al., 1982; Galterio et al., 1994; Ranhotra et al., 1995). Navzdory vysokému obsahu bílkovin je zrno také vhodné pro přípravu sladu a výrobu piva (Krieger, 2004).

Grela et al. (1993) zaznamenal u špaldy odlišnosti v obsahu vitamínu E. Ve srovnání s pšenicí setou obsahovalo zrno špaldy také více zinku (Ranhotra et al., 1995). Cubadda a Marconi (1996) popsali ve své studii vysokou pekařskou jakost, navzdory tomu, že lepek pšenice špaldy je méně pevný, v důsledku čehož byly dosaženy horší reologické vlastnosti těsta ve srovnání s pšenicí setou (Schmitz, 2006; Münzing et al., 2009). Pevnost lepku a reologické vlastnosti těsta byly zlepšeny u „moderních“ odrůd špaldy křížením s pšenicí setou. Tyto odrůdy („kříženci“) však nejsou přijímány v Rakousku a Švýcarsku konzumenty, kteří jsou citliví na pšeničný lepek. V některých případech obsahuje zrno také více karotenoidů, což vede k tmavšímu zabarvení pečiva oproti pšenici seté (Grausgruber et al., 2004; Schmitz, 2006; Münzing et al., 2009). Jak ukazují výsledky z Itálie (Marconi et al., 2002), tak špaldy s vysokým obsahem bílkovin v zrně mohou být také použité pro výrobu těstovin. Pro získání těstovin s dobrou jakostí je potřebné zvýšit teplotu při jejich sušení. Jak ukazuje nedávná studie (Ruibal-Mendieta et al., 2005), tak je celozrnná špaldová mouka ve srovnání s pšenicí setou bohatší v obsahu tuků, konkrétně nenasycených mastných kyselin. V řadě vzorků pšenice špaldy, především v aleuronové vrstvě obilky, byl také nalezen vysoký obsah popelovin, mědi, železa, zinku, hořčíku a fosforu. Naopak obsah kyseliny listové byl u špaldy o 40 % nižší, než tomu bylo u pšenice seté. Obsah stravitelné vlákniny byl také nižší u pluchatých pšenic, než u druhů s nahým zrnem (Grausgruber et al., 2004).



Tabulka 7a: Průměrné hodnoty jakosti (2009 – 2010) ve Švýcarsku pěstovaných odrůd Špaldy (upraveno dle Kleijer et al., 2012)

Odrůda	Obsah bílkovin (%)	Zelený sedimentační index (ml)
Oberkulmer Rotkorn	15,2	34,3
Ostro	15,3	30,2
Franckenkorn	13,9	35,9
Ebners Rotkorn	15,0	30,4
Zöllernspelz	14,4	38,0
Ostar	13,9	34,2

Tabulka 7b: Průměrné hodnoty jakosti (1998 – 2000) na Slovensku pěstovaných odrůd Špaldy (upraveno dle Bojňanská a Francáková, 2002)

Odrůda	Obsah bílkovin (%)	Obsah mokrého lepku (%)	Gluten index	SDS sedimentační test (ml)
Rouquin	15,7	37,4	312	38,7
Bauländer Spelz	15,5	36,2	307	37,3
Schwabenkorn	15,6	40,0	340	39,7
Franckenkorn	15,2	36,6	339	36,0
Holstenkorn	15,4	35,5	324	35,3

Box 3: Kvalita pšenice špaldy

Obsah bílkovin	Vysoký, zpravidla mezi 14 – 19 %.
Perspektivní výrobky	Špaldový chléb, různé druhy sladkého i slaného pečiva, těstoviny, různé druhy extrudovaných výrobků a polotovarů, špaldové pivo.
Zápory	Výrazné nemá.
Klady	Podstatně vyšší pekařská jakost než u pšenice dvouzrnky a jednozrnky, lepší technologická zpracovatelnost, široké možnosti zpracování a uplatnění.
Dostupnost výrobků	Dostupný poměrně široký sortiment výrobků – špaldové mouky, krupice, kroupy, špaldoto s různými příchutěmi, extrudované výrobky, müsli, bulgur, těstoviny (späetzle), chléb a různé druhy pečiva, káva, v omezeném množství se dováží špaldové pivo.



Citovaná literatura

- AGES (2012): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2012, Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2012.
- Belitz, H. D., Seilmeier, W., Wieser, H. (1989): Proteins of spelt wheat (*Triticum spelta*). Z. Lebensm.-Unters. Forsch. 189: 1-5.
- Blatter, R. H. E., Jacomet, S., Schlumbaum, A. (2002): Spelt-specific alleles in HMW glutenin genes from modern and historical European spelt (*Triticum spelta* L.). Theoretical and Applied Genetics 104: 329-337.
- Blatter, R. H. E., Jacomet, S., Schlumbaum, A. (2004): About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Glutenin B1-1 and A1-2 subunit genes. Theoretical and Applied Genetics 108: 360-367.
- Bojňanská, T., Frančáková, H. (2002): The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. Rostlinná Výroba 48: 141-147.
- Cubadda, R., Marconi, E. (1996): Technological and nutritional aspects in emmer and spelt. In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), Hulled wheat, Proc. 1st Int. Workshop on hulled wheat, 21-22 July 1995, Castelvechio Pascoli, Italy, pp. 203-211. IPGRI, Rome, Italy.
- Dvorak, J., Deal, K. R., Luo, M. C., You, F. M., von Borstel, K., Dehghani, H. (2012): The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. Journal of Heredity 103: 426-441.
- Dvorak, J., Di Terlizzi, P., Zhang, H. B., Resta, P. (1993): The evolution of polyploid wheats: identification of the A genome donor species. Genome 36: 21-31.
- Dvorak, J., Luo, M. C. (2001): Evolution of free-threshing and hulled forms of *Triticum aestivum*: old problems and new tools. In: Caligari, P.D.S., Brandham, P.E (Eds.), Wheat taxonomy: the legacy of John Percival, Academic Press, London. pp. 127-136.
- Galterio, G., Cappelloni, M., Desiderio, E., Pogna, N. E. (1994): Genetic, technological and nutritional characteristics of three Italian populations of "farrum" (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*). Journal of Genetics and Breeding 48: 391-398.
- Grausgruber, H., Scheiblaue, J., Schönlechner, R., Ruckebauer, P., Berghofer, E. (2004): Variability in chemical composition and biologically active constituents of cereals. In: Vollmann, J., Grausgruber, H., Ruckebauer, P. (Eds.), Genetic variation for plant breeding, Proc. 17th EUCARPIA General Congress, 8-11 September, Tulln, Austria, pp. 23-26. BOKU University, Vienna, Austria.
- Grela, E., Baranowska, M., Krusinski, R., Skornicki, H. (1993): Tocopherol contents of legumes and cereals. Przemysl Spozywczy 47: 311-312.
- Kleijer, G., Brabant, C., Dossenbach, A., Schäfer, F., Schwaerzel, R. (2012): Bewertungsschema für die Qualität des Dinkels. Agrarforschung Schweiz 3: 224-227.
- Konvalina, P., Capouchová, I., Stehno, Z., Moudrý, J. (2010): Agronomic characteristics of the spring forms of the wheat landraces (einkorn, emmer,



- spelt, intermediate bread wheat) grown in organic farming. *Journal of Agrobiology* 27 (1): 9-17.
- Konvalina, P., Moudrý, J. (2008): Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství (Growing of wheat in organic farming). JU ZF, Č. Budějovice, 28 p.
- Körber-Grohne, U. (1989): The history of spelt (*Triticum spelta*) on the basis of archaeobotanical findings from Neolithic to Medieval times, and the data by written sources until today. In: Devroey, J.P., van Mol, J.J. (Eds.), *L'épeautre (Triticum spelta): histoire et ethnologie*, Dire, Treignes, France. pp. 51-59.
- Krieger, M. (2004): Bierspezialitäten aus Dinkel, Emmer und Einkorn. *Schrift. Genetics Resources* 23: 176-181.
- Kukuck, H., Schiemann, E. (1957): Über das Vorkommen von Spelz und Emmer (*Triticum spelta* and *T. dicoccum* (Schübl.) im Iran. *Z. Pflanzenzüchtg.* 38: 383-396.
- Lindner, R., Hofer, O., Fehrer, R., Brier, K., Langer, M. (2012): Grüner Bericht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 338 p.
- Marconi, E., Carcea, M., Schiavone, M., Cubadda, R. (2002): Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chemistry* 79: 634-639.
- Matsuoka, Y. (2011): Evolution of polyploid *Triticum* wheats under cultivation: the role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. *Plant and Cell Physiology* 52: 750-764.
- McFadden, E. S., Sears, E. R. (1946): The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives. *Journal of Heredity* 37: 81-89.
- Moudrý, J., Konvalina, P., Stehno, Z., Capouchová, I., Moudrý, J. jr. (2011): Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops. *Scientific Research and Essays* 6 (20): 4273-4280
- Moudrý, J., Stražil, Z. (1996): Alternativní plodiny (Alternative crops). Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. České Budějovice, 92 p.
- Münzing, K., Seling, S., Unbehend, G., Kähler, A., Plaumann, S., Meyer, C. (2009): Biodinkel. Hochwertige Backwaren durch Optimierung von Anbau und Verarbeitung. Bioland Beratung GmbH, Mainz.
- MZe. (2010): Ročenka ekologické zemědělství 2009 (Czech organic yearbook 2009). Praha: MZe ČR, 44 p.
- MZe. (2012): Ročenka 2011 – Ekologické zemědělství v České republice (Yearbook 2011 – Organic Agriculture in the Czech Republic). Praha: MZe, 90 p.
- Neuerburg, W., Padel, S. (1994): Ekologické zemědělství v praxi (Organic farming). Praha: Nadace pro organické zemědělství FOA, MZe ČR: 476 p.
- Pospisil, A., Pospisil, M., Svečnjak, Z., Matotan, S. (2011): Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.). *Plant, Soil and Environment* 57 (9): 435-440.
- Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Glaser, B. K., Lorenz, K. J. (1995): Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.* 28: 118-122.



- Ruibal-Mendieta, N. L., Delacroix, D. L., Mignolet, E., Pycke, J. M., Marques, C., Rozenberg, R., Petitjean, G., Habib-Jiwan, J. L., Meurens, M., Quetin-Leclercq, J., Delzenne, N. M., Larondelle, Y. (2005): Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2751-2759.
- Šarapatka, B., Urban, J., a kol. (2006): Ekologické zemědělství v praxi (Organic farming). Svaz PRO-BIO, Šumperk, 502 p.
- Schmitz, K. (2006) Dinkel - ein Getreide mit Zukunft. BMI Aktuell, Sonderausgabe Oktober, pp. 1-8.
- Stehno, Z. (2001): Pěstování a možnosti využití pluchatých pšenic (Growing and use of hulled wheats). *Farmář* 7-8: 18-21.
- ÚKZÚZ. (2011): Ročenka ekologického zemědělství v České republice 2010 (Czech Organic Yearbook 2010). Brno: ÚKZÚZ, 46 p.



Kapitola 4.

Nahý ječmen [*Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* (L.) KOERN. var. *nudum* L.]

Petr Konvalina¹, Heinrich Grausgruber²

¹Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13
370 05 České Budějovice, Česká Republika, <http://konvalina.zf.jcu.cz>
e-mail: konvalina@zf.jcu.cz

²University of Natural Resources and Life Sciences, Department of Crop Sciences
Division of Plant Breeding, Konrad Lorenz-Str. 24, 3430 Tulln, Rakousko
e-mail: heinrich.grausgruber@boku.ac.at

Abstract:

Hulless (naked) barley is a suitable cereal species for food processing and production of so called functional foods. β -Glucans, β -tocotrienols and other active antioxidants (tocols, E-vitamin included) which are present in the barley grains may contribute to a protection against cardiovascular diseases. Naked barley is usually grown in its spring form. It does not pose any significant requirements on the environment, that means naked barley varieties are suitable for all soil types and precrops suitable for barley growing. Since 2009, the hulless variety AF Lucius is registered in the Czech Republic, hulless variety Mona was registered in Austria in 2010. Varieties

registered in other European Union countries (e.g. Taiga and Lawina from Germany) may also be grown. Principles of naked barley growing are similar to the growing of the hulled form. Varieties being available worldwide are highly susceptible to leaf diseases. As a foreign experience shows, hulless barley varieties are easily applicable as feedstuff. Moreover, they play the role of an optional alternative, in some marginal growing regions, and for the organic farming system in particular.

Key words:

hulless barley, organic farming, growing, use



Abstrakt:

Nahý ječmen je vhodný pro potravinářské využití a k výrobě tzv. funkčních potravin. Zde se uplatňuje hypocholesterolemický účinek β -glukanů, alfa-tokotrienolů a aktivních antioxidantů (tokoly včetně vitamínu E) obsažených v zrna ječmene (prevence onemocnění kardiovaskulárními chorobami). Nahý ječmen, který je zpravidla pěstován jako jarní, nemá zvlášť vyhraněné nároky na prostředí. Obecně jsou vhodné všechny pozemky a předplodiny pro pěstování ječmene. V České republice je od roku 2009 registrována bezpluchá odrůda AF Lucius. V Rakousku odrůda Mona. Dále je možné zvolit odrůdy ječmene povolené

v sousedních zemích EU (v Německu například odrůdy Taiga a Lawina). Pěstování nahého ječmene je obdobné jako u ostatních ječmenů. Dostupné odrůdy ve světě jsou náchylné k napadení listovými chorobami. Jak ale dokazují zkušenosti ze zahraničí, bezpluchý ječmen se také velmi dobře uplatňuje ve výživě zvířat, a navíc představuje alternativu i pro některé okrajové pěstební oblasti a ekologické zemědělství.

Klíčová slova:

nahý ječmen, pěstování, kvalita a využití, ekologické zemědělství



Úvod

„Ječmen je trávovitá rostlina, jejíž semena jsou užitečná pro člověka“ (Wiebe, 1978a). Obilky ječmene existují v mnoha podobách, včetně pluchaté, nebo nahé formy. Archeologové potvrzují, že ječmen je jedna z nejstarších cereálií (Newman a Newman, 2005).

V současnosti zaujímá nahý ječmen velmi malé pěstitelské plochy ve srovnání s pluchatým ječmenem. Nejvýznamnější pěstitelské plochy jsou v některých oblastech severní Afriky a Tibetu. Rozvoj pěstitelských ploch nastal také na západě USA a v Kanadě (Newman a Newman, 2005). V současnosti je možné se setkat s rozvojem jeho pěstování také v Evropě.

Současné využití pro lidskou spotřebu a krmení hospodářských zvířat je poměrně malé. Je to způsobeno především nezájmem zpracovatelského sektoru, nízkou informovaností konzumentů a také nízkými pěstitelskými plochami (Newman a Newman, 2005).

Historie pěstování

Záměrné pěstování ječmene je tak staré jako „uvědomělé“ zemědělství (Zohary, 1999). Místo domestikace ječmene však není zcela známo. Řada autorů poukazuje na území „Úrodného půlměsíce“ (Zohary, 1999; Badr et al., 2000; Lev-Yadun et al., 2000), protože zde byl nalezen také divoký předek ječmene. Současné práce na bázi genetické analýzy poukazují spíše na východní část území „Úrodného půlměsíce“ (Morrell a Clegg, 2007) nebo do střední Asie na východní okraj tzv. „Íránské vysočiny“ (Saisho a Purugganan, 2007).

Existuje však také mnoho argumentů pro domněnku, že ječmen má více center domestikace a jedno z nich leží na východním okraji Afrického kontinentu (Orabi et al., 2007). Z jednotlivých center domestikace se poté ječmen rozšířil tradičními cestami, jako je středomoří a/nebo přes Anatolii a Balkánský poloostrov. Pěstování nahého ječmene je stejně staré jako pěstování ječmene. Pěstitelské plochy byly však nižší v důsledku nižší výnosové úrovně a nízkého stupně prošlechtění (Atanassov et al., 2001; Pandey et al., 2006).



Fylogenetický vývoj

Ječmen je diploidní rostlinou se základním počtem chromozomů 7 ($2n=2x=14$). Jedná se o samosprašnou rostlinu s vysokým stupněm výskytu tzv. „klejstogamic-kých květů“ (Abdel-Ghani et al., 2005). Pravděpodobným předkem pěstovaného ječmene je *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum* nebo šestiřadý planý ječmen, který se do současnosti nedochoval (Tanno et al., 2002).

Ječmen můžeme třídit do několika odlišných skupin na základě morfologických charakteristik. Jedná se o počet řad semen v klasu (např. dvouřadý nebo šestiřadý ječmen) nebo podle výskytu obalů na obilce (nahý ječmen, pluchatý ječmen). Pluchatý ječmen má pluchu a plušku přirostlou k obilce, zatímco zrno nahého ječmene může být od obalových vrstev snadno uvolněno při sklizni. Proto je nutné pluchatý ječmen před vlastním potravinářským zpracováním zbavit pluch (loupání, obrušování a leštění). Z tohoto důvodu je nahý ječmen vhodnější pro přímé potravinářské využití (Bhatta, 1999; Manjunatha et al., 2007).

Bezpluchost je podmíněna samostatným recesivním genem (*nud*, *nudum*), který se nachází na dlouhém rameni chromozomu 7H (Lundqvist et al., 1997). Exprese zmíněného genu zabraňuje přilnutí pluch k zrnu (Xue et al., 1997).

Box 1: Historie pěstování

Latinský název	<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>distichon</i> (L.) KOERN. var. <i>nudum</i> L.
Místo domestikace	Není zcela jasné, pravděpodobně tzv. území „Úrodného půlměsíce“.
Čas domestikace	Počátek uvědomělého zemědělství, některé prameny uvádí před 8000 lety, jiné i 17000 let.
Pěstitelské plochy	V současnosti nízké, ve střední Evropě řádově tisíce hektarů.
Zrno	Nahá zrna s vyšší HTZ.
Typ vývoje	Jarní odrůdy.

Pěstování v ekologickém zemědělství

V České republice jsou pěstitelské plochy bezpluchého ječmene nízké, nicméně lze očekávat nárůst ploch v souvislosti s registrací odrůdy AF Lucius. V současné době je pěstování ječmene vázáno na smlouvy s dodavatelskými firmami. Jak ale dokazují zkušenosti ze zahraničí, bezpluchý ječmen se také velmi dobře uplatňuje ve výživě zvířat. Představuje zajímavou plodinu pro pěstování v ekologickém



zemědělství. Může sloužit nejen jako surovina pro tuzemský trh, ale i na export (Vaculová, 2006).

Nároky na prostředí

Nahý ječmen, který je zpravidla pěstován jako jarní, nemá zvlášť vyhraněné nároky na prostředí. Obecně platí, že bezpuchým odrudám příliš nesvědčí těžké a chladné půdy a také dlouhá vegetační doba, zejména v oblastech, kde v období sklizně hrozí silnější srážky, protože bezpluchý ječmen je poměrně citlivý k porůstání zrna v klasu (Vaculová, 2006). Půda by neměla být utužená s kyselou půdní reakcí, na což ječmen reaguje snížením výnosu i zhoršením jakosti. To vyžaduje obezřetnost při volbě stanoviště (vyloučit oblasti kyselých dešťů) a použití opatření ke zlepšení pH (vápnění půd). Půdní reakce by se měla v řepařské a kukuřičné oblasti pohybovat v rozmezí 6,2 – 7,2 pH, v obilnářské a bramborářské 5,8 – 6,2 pH (Zimolka et al., 2006).

Zařazení v osevním postupu

Nahý ječmen má na předplodinu obdobné nároky jako běžně pěstovaný ječmen. Vzhledem k převažujícímu jarnímu charakteru odrud jsou vhodné plodiny, které zanechávají nezaplevelený pozemek s dostatkem přístupných živin. Vhodné jsou okopaniny hnojené hnojem. U nahého ječmene je vhodné zohlednit obsah volného dusíku v půdě, protože některé odrůdy jsou kvůli měkkému stéblu náchylné k poléhání.

Výživa rostlin a hnojení

V porovnání s ostatními obilninami snáší ječmen hůře kyseléjší půdy. Půdní reakce by se měla pohybovat v řepařské a kukuřičné oblasti v rozmezí 6,3 – 7,2 a v bramborářské 5,8 – 6,2. Kyselá reakce působí nepříznivě především na vývoj kořenového systému a snižuje odnožování rostlin i tvorbu nadzemní biomasy. Při plánování výživy a hnojení ječmene je potřebné zohlednit slabší kořenovou soustavu, která na strukturních půdách dosahuje do hloubky až 1 m, převážná část kořenů je rozprostřena ve vrstvě 30 cm (Zimolka et al., 2006). Ječmen patří mezi plodiny se střední potřebou živin. Dobrá zásoba živin od počátku vegetace příznivě působí na růst rostlin, a tím zároveň rozhoduje o obsahu živin v rostlinách (Zimolka



et al., 2006). Dávku hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem určujeme na základě rozborů půdy a přitom zohledňujeme jak půdní druh, tak i produktivnost stanoviště. Porosty není vhodné přehnožovat dusíkatými hnojivy z důvodu nebezpečí polehnutí (Vaculová, 2006).

Odrůdy

Výběr vhodné odrůdy nebo nového šlechtitelského materiálu, adaptovaného na místní půdní a pěstební podmínky, je u bezpluchého ječmene, obdobně jako u sladovnického, základem k dosažení maximálního výnosu v požadované kvalitě (Vaculová, 2006).

V České republice je od roku 2009 registrována bezpluchá odrůda AF Lucius. Rostliny středně vysoké, odrůda středně odolná až odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno malé, bezpluché, podíl předního zrna velmi nízký. Středně odolná proti napadení padlím travním na listu, středně odolná proti napadení rzí ječnou, středně odolná proti napadení komplexem hnědých skvrnitostí, středně odolná proti napadení rhynchosporiovou skvrnitostí. Odrůda je vhodná k výrobě standardních i speciálních potravin včetně celozrnných s vyšší nutriční hodnotou pro výživu lidí. Zrno má zvýšený obsah bílkovin, nižší obsah pontozanů a vysoký obsah beta-glukanů ve sladině. Je vhodný i ke krmení hospodářských zvířat.

Tabulka 1: Charakteristika odrůdy AF Lucius (Upraveno dle Psota et al., 2009)

Výnos dle pěstitelské oblasti (t.ha ⁻¹)	Kukuřičná	Řepařská a obil.	Bramborářská
	3,94	4,63	3,45
Agronomicky významné znaky	Délka stébla (cm)	Rannost (dny) ¹	Odolnost k poléhání ²
	72	113	8
Odolnost vůči chorobám (body)	Padlí travní	Rez ječná	Hnědá skvrnitost
	6	6	6
Mechanické vlastnosti	HTZ (g) ³	Podíl předního zrna (síta nad 2,5 mm) (%)	
	43,7	36	

¹⁾ dny od setí po sklizňovou zralost; ²⁾ 1 = zcela poléhavá, zcela napadená; 9 = nepoléhavá, odolná proti napadení; ³⁾ HTZ se vztahuje k podílu zrna nad sítím 2,0 mm při vlhkosti 14 %



V Rakousku je vyšlechtěna odrůda Mona (Saatzucht Donau GesmbH. & CoKG). Dále je možné volit odrůdy povolené v sousedních zemích EU (v Německu například odrůdy Taiga a Lawina).

Příprava půdy a setí

Ječmenu vyhovuje podzimní střední orba (18 – 20 cm). Na jaře se připraví seťové lůžko do hloubky 5 – 6 cm. Obecné zásady z hlediska termínu a způsobu založení porostu jarního ječmene jsou stejné jako u pluchatých ječmenů. Jak uvádí Vaculová (2006), vhodnější je spíše střední termín výsevu, protože bezpluchý ječmen je stejně jako pluchatý citlivý při vyšší vlhkosti půdy k tzv. „zamazání“.

Regulace plevelů

Ošetřování nahého ječmene proti škodlivým činitelům, který je primárně určen k přímé lidské spotřebě by mělo spočívat především v prevenci (odpovídající půdně-klimatické podmínky, odolné odrůdy, střídání plodin). Pokud je to nutné, pak se přistupuje ke stejným zásahům jako u jarního ječmene. Stejně jako pluchatý, tak i nahý ječmen reaguje pozitivně na účinnou ochranu vůči plevelům zvýšením výnosu, usnadněním a zvýšením efektivnosti sklizně, zlepšením kvalitativních parametrů zrna a snížením kontaminace zrna příměsí plevelných rostlin.

Jako přímé opatření k regulaci plevelů je vhodné vláčení porostu. Platí stejné zásady jako při pěstování ostatních obilnin. Osetý pozemek je možné převláčet lehkými branami před vzejitím porostu. Následně mohou být brány použity až po úplném vzejití porostu, kdy mladé rostliny dosáhnou nejméně třetího listu.

Regulace chorob a škůdců

Jsou-li používána povolená mořidla v ekologickém zemědělství, pak je nutné kontrolovat úroveň namoření. Bezpluché obilky mají hladší povrch než pluchaté a mořidlo na nich hůř ulpívá (Vaculová, 2006). Genetické zdroje, ale i některé registrované odrůdy ve světě jsou náchylné k napadení listovými chorobami. Odrůda AF Lucius, která je registrovaná v ČR je středně odolná proti napadení padlím travním na listu, rzí ječnou, komplexem hnědých skvrnitostí a rhynchosporiovou skvrnitostí. Ochrana vůči chorobám spočívá výhradně



v preventivních opatřeních (osevní postup, harmonická výživa rostlin, včas a správně zasetý porost).

Sklizeň a posklizňové ošetření

Vzhledem k náchylnosti zrna bezpluchého ječmene k poškození kvůli tvaru obilky, kdy klíček vystupuje nad úroveň obilky, musí být sklizeň obzvlášť pečlivá. V závislosti na vlhkosti zrna (optimální je 14 – 15 %) se doporučuje upravit pojezdovou rychlost kombajnu, snížit otáčky bubnu, oddálit (uvolnit) mlátící koš a seřadit sílu větru (Vaculová, 2006). Termín sklizně by měl být zvolen maximálně pečlivě, protože bezpluchý ječmen je náchylný k porůstání a samovolnému výdrolu nebo zalámání stébel pod klasem.

V případě vyšší vlhkosti sklizeného zrna se doporučuje snížit vyšší vlhkost aktivním větráním uskladněného zrna. Při vlhkosti vyšší než 17 % je vhodné horkovzdušné sušení s nepřímým náhřevem zrna, avšak tento postup může ovlivnit klíčivost zrna (Vaculová, 2006). Předností při skladování a transportu bezpluchého ječmene je jeho vysoká objemová hmotnost (až 800 g.l⁻¹).

Box 2: Agrotechnika

Nároky na prostředí	Propustná půda, pH 5,8 – 7,2.
Osevní postup	Stejně předplodiny jako pro sladovnický ječmen.
Výživa rostlin a hnojení	Zajištění výživy prostřednictvím osevního postupu.
Odrůdy	AF Lucius, Mona.
Příprava půdy a setí	Včasná příprava půdy. Nesmí se sít do příliš vlhké půdy.
Regulace plevelů	Nízké rostliny méně konkurenceschopné vůči plevelům. Regulace vláčením jako u ostatních obilnin.
Regulace chorob a škůdců	Pravidla ekologického zemědělství neumožňují použití fungicidů a insekticidů. Preventivní opatření (především osevní postup).
Sklizeň	Šetrná sklizeň v plné zralosti (obilky jsou náchylné k poškození klíčků).



Ekonomika pěstování

Při pěstování nahého ječmene je nutné počítat se sníženým výnosem oproti klasickému ječmeni. Rozdíl je způsoben absencí pluch, o kterou je výnos snížen. Náklady na pěstování ječmene nahého jsou prakticky stejné jako při pěstování ostatních jarních ječmenů. Ekonomiku jejich pěstování ovlivňuje především dosažená výnosová úroveň a výkupní cena.

Kvalita produkce

Bezpluchý ječmen je vhodný pro potravinářské využití. Jeho spotřeba k přímé konzumaci je poměrně nízká. Z důvodu zvyšujících se nároků konzumentů na zdravou výživu lze předpokládat zvýšení konzumace díky příznivým dietetickým účinkům nahého ječmene na lidské zdraví. Nahý ječmen je určen k výrobě funkčních potravin. Zde se uplatňuje hypocholesterolemický účinek β -glukanů, alfatokotrienolů a aktivních antioxidantů (tokoly včetně vitamínu E) obsažených v zru ječmene (Tabulka 2). Takové potraviny mají význam v prevenci a léčbě kardiovaskulárních a dalších civilizačních onemocnění (Zimolka et al., 2006). U potravinářského ječmene se rovněž preferuje vysoký obsah esenciálních aminokyselin - zejména lysinu (Petr et al., 1997). Vhodné jsou k potravinářským i krmným účelům bezpluché odrůdy, které jsou zpravidla jarní a mají vysoký obsah β -glukanů (nad 5 %) a vyšším obsahem dietní vlákniny. K nim patří zvláště ječmen bezpluchý včetně typu „waxy“ (sklovitý, voskový) s větším podílem amylopektinu ve škrobu (Zimolka et al., 2006).

Tradičně se zrno ječmene používá k výrobě krup a krupek pro přípravu zabijačkových a kuchyňských specialit (Zimolka et al., 2006), dále se připravují cereální výrobky typu müsli (Petr et al., 1997). Možné je také využití pro výrobu farmaceutických preparátů a potravinových doplňků (výtažky ze sladu jsou vhodné jako zdroj vitamínů B-komplexu, minerálních látek a bílkovin). Z naklíčeného ječmene se získává řada enzymů (peptidázy). V poslední době se na českém trhu objevily poměrně drahé preparáty ze zahraničí, vyrobené z mladých částí zelených rostlin ječmene, u nichž je deklarována celá řada pozitivních vlastností na lidské zdraví (Psota a Ehrenbergerová, 2008).



Tabulka 2: Chemické složení nahého a pluchatého ječmene (upraveno dle Xue et al., 1997)

Parametr	Nahý ječmen	Pluchatý ječmen
Obsah proteinu (%)	15,6	16,3
Obsah popelovin (%)	2,7	2,1
Obsah škrobu (%)	55,9	61,3
Rozpustné sacharidy (%)	2,3	2,9
Vláknina (%)		
Celkový obsah vlákniny	17,0	13,2
Obsah rozpustné vlákniny	4,4	4,9
Arabinoxylan	6,2	4,4
Celulóza	3,8	2,1
Celkový obsah β -glukanů	4,4	4,7
Obsah rozpustných β -glukanů	2,6	2,6
Objemová hmotnost (g.l^{-1})	67,8	74,5
Hmotnost tisíce zrn (g)	43,3	38,4

Box 3: Kvalita

Obsah β-glukanů	Dle odrůdy, může být okolo 4 – 5 %.
Perspektivní výrobky	Kroupy, müsli, potravinové doplňky.
Zápory	Z hlediska jakosti nejsou, produkce je dražší v důsledku nižších výnosů.
Klady	Zrno se nemusí loupát, vysoký obsah β -glukanů, alfatokotrienolů a aktivních antioxidantů (tokoly včetně vitamínu E), vyšší obsah lysinu.
Dostupnost výrobků	K dispozici omezená škála výrobků. Nízké povědomí spotřebitelů o zdravotních benefitech konzumace výrobků z nahého ječmene.



Citovaná literatura

- Abdel-Gahni, A. H., Parzies, H. K., Ceccarelli, S., Grando, S., Geiger, H. H. (2005): Estimation of genetic parameters for outcrossing-related traits in barley. *Crop Science* 45: 98-105.
- Atanassov, P., Boriries, C., Zaharieva, M., Monneveux, P. (2001): Hordein polymorphism and variation of agromorphological traits in a collection of naked barley. *Genetics Resources and Crop Evolution* 48: 353-360.
- Badr, A., Müller, K., Schäfer-Pregl, R., El Rabey, H., Effgen, S., Ibrahim, H. H., Pozzi, C. H., Rohde, W., Salamini, F. (2000): On the origin and domestication history of barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Biology and Evolution* 17: 499-510.
- Bhatty, R. S. (1999): The potential of hull-less barley. *Cereal Chemistry* 76: 589-599.
- Lev-Yadun, S., Gopher, A., Abbo, S. (2000): The cradle of agriculture. *Science* 288: 1602-1603.
- Lundqvist, U., Franckowiak, J., Konishi, T. (1997): New and revised descriptions of barley genes. *Barley Genetics Newsletter* 26: 22-516.
- Manjunatha, T., Bisht, I. S., Bhat, K. V., Singh, B. P. (2007): Genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*) landraces from the Uttaranchal Himalaya of India. *Genet. Resour. Crop Evolution* 54: 55-65.
- Morrell, P. L., Clegg, M. T. (2007): Genetic evidence for a second domestication of barley (*Hordeum vulgare*) east of the Fertile Crescent. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 3289-3294.
- Newman, C. W., Newman, R. K. (2005): Hullless barley for food and feed. In: Abdel-Aal, E-S. M., Wood, P. (Eds), *Speciality grains for food and feed*, American Association of Cereal Chemists Inc., Minnesota, pp. 167-202.
- Orabi, J., Backes, G., Wolday, A., Yahyasoui, A., Jahoor, A. (2007): The Horn of Africa as a center of barley diversification and a potential domestication site. *Theoretical and Applied Genetics* 114: 1117-1127.
- Pandey, M., Wagner, C., Friedt, W., Ordon, F. (2006): Genetic relatedness and population differentiation of Himalayan hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces inferred with SSRs. *Theoretical and Applied Genetics* 113: 715-729.
- Petr, J. et al. (1997): Speciální produkce rostlinná - I. (plant production). AF ČZU v Praze, 197 p.
- Psota, V. - Sachambula, L. - Dvořáčková, O. (2009): Odrůdy ječmene registrované v České republice v roce 2009 (Barley varieties registered in the Czech Republic in 2009). *Kvasný Průmysl* 55: 150-157.
- Psota, V., Ehrenbergerová, J. (2008): Ječmen (barley). In.: Sýkorová, S. (Ed.): *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí (quality of plant production)*. VÚPS, Praha, pp. 116-128.
- Saisho, D., Purugganan, M. D. (2007): Molecular phylogeography of domesticated barley traces expansion of agriculture in the Old World. *Genetics* 177: 1765-1776.
- Tanno, K., Taketa, S., Takeda, K., Komatsuda, T. (2002): A DNA marker closely linked to the *vrs1* locus (row-type gene) indicates multiple origins of six-rowed



- cultivated barley (*Hordeum vulgare* L.). Theoretical and Applied Genetics 104: 54-60.
- Vaculová, K. (2006): Agronomická charakteristika a požadavky pro pěstování bezpluchého ječmene. Ječmenářská ročenka 2007, VÚPS, pp. 140-156.
- Vaculová, K., Špunarová, M., Mílová, J., Ehrenbergerová, J., Candraková, E., Legzdina, L. (2004): Comparison of Agronomic and Nutritional Parameters' Stability in Hulles and Hulled Barley. Book of Abstract, 9th International Barley Genetic Symposium, 20-26 June, Brno, Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 40(Special Issue): 1068-1078.
- Wiebe, G. A. (1978): Introduction of barley into the new world. In. Barley: Origin, botany, culture, winter hardness, genetics, utilization, pest. Handbook 338. U. S. Department of Agriculture, Washington, USA, pp. 2-9.
- Xue, Q., Wang, L., Newman, R. K., Newman, C. W., Graham, H. (1997): Influence of the hull-less, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. Journal of Cereal Science 26: 251-257.
- Zimolka, J. et al. (2006): Ječmen - formy a užitkové směry v České republice (barley in the Czech Republic). Profi Press, Praha, 200 p.
- Zohary, D. (1999): Monophyletic vs. Polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. Genetics Resources and Crop Evolution 46: 133-142.



Kapitola 5.

Oves nahý (*Avena sativa* var. *nuda* L.)

Jan Moudrý a Zdeněk Štěrbá

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13
370 05 České Budějovice, Česká Republika
e-mail: moudry@zf.jcu.cz

Abstract:

Naked oat is a promising undemanding crop suitable for the organic farming system. This chapter deals with the origin and history of naked oat, an alternative cereal species, which has vastly spread in the Czech Republic. The chapter also describes phylogenetics, the requirements for the environment, and agro-technology (crop stand establishment and treatment during the growing season, regulation of harmful agents,

harvest and postharvest treatment). The chapter deals with the quality of naked oat, as well as the possibilities of naked oat processing and use. It also considers the economic aspects of naked oat growing.

Key words:

naked oat, growing, quality, organic farming



Abstract:

Oves nahý je perspektivní a nenáročnou plodinou pro pěstování v ekologickém zemědělství. V kapitole je na úvod stručně charakterizován původ a historie pěstování ovsa nahého, v České republice dosti rozšířené alternativní cereálie. Dále je popsána jeho fylogeneze, požadavky na prostředí a agrotechnika včetně založení porostů a jejich ošetřování během vegetace, regulace škodlivých

činitelů, sklizeň a posklizňové ošetření. Kapitola se zabývá také kvalitou a možnostmi využití ovesného zrna. Součástí textu jsou také ekonomické aspekty pěstování nahého ovsa.

Klíčová slova:

oves nahý, pěstování, kvalita, ekologické zemědělství



Úvod

Oves je všeobecně uznávaný pro svoji vysokou nutriční hodnotu. Nevýhodou nejrozšířenějšího ovsa setého je jeho pluchatost. Aby mohl být člověkem a dalšími monogastry konzumován, je nutné ho nejdříve zbavit pluch (oloupat). Tento problém odpadá při pěstování nahého (bezpluchého) ovsa. Jeho obilky se při výmlatu lehce uvolňují z pluch, podobně jako u ostatních nahých obilnin pšenice a žita. Nahý oves je plodinou, která může velmi dobře rozšířit spektrum naší výživy a přispět ke zlepšení její skladby.

Historie pěstování

Oves je poměrně mladou kulturní obilninou. První zprávy o pěstování nahého ovsa v Číně pochází z 5. století před n. l. Do Evropy se oves setý včetně jeho nahé formy dostal o tisíc let později jako plevel v pšenici a ječmeni. Teprve později byl využíván jako léčivá rostlina, pícnina a konečně jako jaderné krmivo především pro koně. Z Evropy byl teprve v posledních staletích přenesen do Ameriky a Austrálie.

Fylogenetický vývoj

Fylogenetický původ nahého ovsa není dostatečně objasněn. Od Středozevního moře pochází diploidní nahý oves drobozrný (*Avena nudibrevis* Vavilov). Ten je hospodářsky nevýznamný. V současnosti rozšířený kulturní nahý oves je hexaploidní. Vznikl pravděpodobně spontánní mutací v horských oblastech Číny a Mongolska. Proto je také někdy označován za oves čínský [*Avena chinensis* (Fisch. ex Roem. et Schult.) Metzg.] nebo oves tatarský. Je geneticky blízký pluchatému ovsu setému (*Avena sativa* L.). Za jeho varietu je někdy považován (*Avena sativa* var. *nudae* Mordv.). Někdy je označován za samostatný druh (*Avena nuda* L. resp. *A. nuda* var. *multiflora* Heller). Nahý oves je nejvíce rozšířen ve Velké Británii, Kanadě, USA, Chile, Mexiku, Číně a Polsku. V České republice se šlechtí od 2. světové války.

Box 1: Historie pěstování ovsa nahého

Původ	První zprávy o pěstování nahého ovsa v Číně pochází z 5. století před n. l.
Rozšíření	Nahý oves je nejvíce rozšířen ve Velké Británii, Kanadě, USA, Chile, Mexiku, Číně a Polsku. V České republice se šlechtí od 2. světové války.



Pěstování v ekologickém zemědělství

Oves je nejméně náročný na dodatečné vstupy, má dobrou osvojovací schopnost pro živiny. Snáší půdy těžké až rozbahněné, kyselé, vlhké a chladné polohy. Působí jako přerušovač v monokulturách obilnin díky vyšší odolnosti proti napadení chorobami pat stébel. Má dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům a řadu dalších pozitivních vlastností, jejichž využití může přispět k zefektivnění jeho produkce a udržitelnému hospodaření. Z těchto důvodů je oves plodinou vhodnou pro pěstitelské systémy s omezenými vstupy (ekologické zemědělství, low input systémy) i environmentálně citlivé oblasti (Moudrý, 2003).

Oves má i image bezpečné potraviny pěstované v podmínkách nízkých vstupů, minimálně zatížené rezidui pesticidů. Je téměř ideální plodinou z hlediska výživových doporučení, má vysokou biologickou hodnotu. Příznivě ovlivňuje fyziologické pochody v organismu, působí proti tělesné vyčerpanosti, nervové slabosti a nespavosti. Jsou známy a využívány preventivní a léčebné účinky ovesných diet při nemocech oběhového a zažívacího ústrojí (Welch, 1995).

Nároky na prostředí

Nahý oves je z hlediska agroekologických požadavků náročnější než pluchaté, u nás pěstované odrůdy. Dobré výnosy a kvalitu lze dosáhnout v lepších oblastech bramborářského výrobního typu a přilehlých oblastech řepářského výrobního typu. Klimaticky ideální oblasti pro pěstování nahého ovsa mají dostatek zimní vláhy, možnost setí ve 2. polovině března, dostatek srážek a relativně nižší teploty v květnu a červenci a naopak málo srážek v době dozrávání počátkem srpna. Vlhký a chladný průběh počasí v době dozrávání je příčinou drobnějšího zrna nižší kvality. Nepříznivé podmínky v době sklizně vedou k jejímu oddálení, zvýšení sklizňových ztrát, ale především ke zvýšení nároku na posklizňové ošetření. Kvalita (mikrobiální kontaminace, porůstání, větší výskyt černých a ztrouchnivělých zrn) i skladovatelnost zrna výrazně klesá. Nahý oves není tolik citlivý na půdní podmínky jako pluchaté odrůdy. Optimální jsou půdy středně těžké, humózní, s dostatečnou vodní jímavostí, zabezpečující dostupnou vláhu v kritických obdobích.



Zařazení v osevním postupu

Oves býval v osevním postupu zařazován jako doběrná plodina. Je opomíjena jeho vysoká předplodinová hodnota. V osevním postupu je fytozsanitární působení ovsa na úrovni širokolistých zlepšujících plodin (Křišťan et al., 1973). Působí jako přerušovač v obilních sledech, není téměř vůbec napadán houbami *Ophiobolus graminis*, *Cecosporella herpotrichoides*, *Fusarium* ssp., *Rhizoctonia* ssp. aj. Výměšky kořenů ovsa navíc inhibují aktivní zárodky těchto hub. Skala (1981) zjistil po ovsu v následné obilovině 6 – 8x nižší výskyt chorob pat stébel než po jiné obilovině. Zařazení ovsa v osevním postupu zvyšuje příjem živin následnými plodinami (o 6 – 73 % více než jarní pšenice) (Skala, 1981). Podíl obilnin nad 45 – 50 % v osevním postupu by měl tvořit oves a žito Vrkoč (1982).

Použití ovsa jako krycí plodiny pro jetelovinu nebo zařazení mezi obilovinu a okopaninu vytváří dvouletý přerušovač v osevním postupu s ještě výraznějšími fytozsanitárními účinky. Jako ochranná plodina oves dobře potlačuje plevel, aniž konkurenčně omezí vývoj a růst podsevu. Sklizeň ovsa jako krycí plodiny je možno provést v mléčné voskové zralosti (na zelené krmení, senáž) i v plné zralosti (na zrno) při dodržení zásady nižšího výsevu 90 – 100 kg.ha⁻¹). Vzhledem k nebezpečí rozšíření háďátka je vhodný odstup ovsa po sobě alespoň 4 roky.

Za nejlepší předplodinu nahého ovsa lze považovat okopaniny (hnojem hnojené brambory, krnná řepa). Zařazení ovsa mezi okopaninu hnojenou vysokými dávkami hnoje a pšenici, pro efektivnější využití živin, doporučuje Braun (1980). Nahý oves zařazený mezi hnojenou okopaninu a pšenici působí jako druhý přerušovač ve sledu plodin a sníží výskyt chorob pat stébel i dalších houbových chorob. V místech s dostatkem vláhy jsou vhodnými předplodinami nahého ovsa jeteloviny (jetel, jetelotráva) nebo zaorané (trvalé) travní porosty. Ještě vyšší je předplodinová hodnota luskovin. Pokud je oves zařazen po obilninách, je nejvhodnější předplodinou ozimá pšenice setá po okopanině, méně žito. Od obilek nahého ovsa se však těžko oddělují drobné obilky pšenice či žita, proto jsou tyto obiloviny méně vhodnými předplodinami, zvláště v semenářských porostech. Nahý oves není vhodné pěstovat po jarním ječmeni. Pěstování ovsa po sobě je nežádoucí vzhledem k nárůstu výskytu háďátek a bzunky ječné a tím výrazného snížení výnosu. Zařazení nahého ovsa jako doběrné plodiny na závěr obilního sledu je příčinou snížení jeho výnosu o více než 20 %.



Výživa rostlin a hnojení

Oves má dobrou schopnost přijímat z půdy i pevněji vázané živiny. Nejlépe snáší vyšší půdní kyselost, je však citlivý na nevyváženou bilanci živin, má větší požadavky na obsah draslíku a hořčíku v půdě i jejich vzájemný poměr. Draslík přijímá oves z půdy dobře, hořčík méně. Proto při vysokém obsahu K (na lehkých půdách nad 80 mg.kg^{-1} , na středních nad 115 mg.kg^{-1} a na těžkých nad 200 mg.kg^{-1}) je nutno zvýšit dávky Mg na dvojnásobek doporučených. Na půdách mírně kyselých, chudých na Mg, je možné použít horninové moučky typu Kieserit, na kyselých dolomitický vápenec. Přímé vápnění oves nesnáší, vyhovují mu mírně kyselé půdy. Oves má slabou schopnost poutat z půdy fosfor. Využití dusíku z půdní zásoby je až 65 %. Oves dobře snáší organická hnojiva, zvláště zelené hnojení (př.: podmítka po obilovině a současné setí strniskové směsky a následně zaorání směsky s P a K hnojivy mělkou orbou). Na chudých půdách lze k němu hnojit i nižšími dávkami hnoje (do 15 t.ha^{-1}) nebo kejdy (do $25 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$) nebo kompostu ($40 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$). Jsou možné i kombinace organického a minerálního hnojení. (př.: rozdrčení slámy obilnin, aplikace kejdy nebo chlěvského hnoje s mletým fosfátem a zaorání.

Odrůdy

Odrůdy jarních forem nahého ovsa české provenience patří z hlediska výnosu a kvality ke světové špičce. Řada evropských zemí (Francie, Německo, Rakousko, Slovensko, Švédsko aj.) projevila zájem o nákup odrůd, osiva nebo produkce. Současné odrůdy mají původ ve staré odrůdě označované „Chinese“. V Československu vytvořil Dr. Michal za 2. světové války sbírku kanadských a čínských ovsů a Ing. Straňák je doplnil o soubor domácích krajových odrůd. V roce 1960 byla uznána odrůda „Krukanický nahý“, ale ta byla kvůli nízkému výnosu brzy restringována. V roce 1988 se Ing. Červenkovi v Krukanicích podařilo vyšlechtit vynikající odrůdu nahého ovsa Adam a v dalších letech ještě lepší odrůdy Abel a Izák, Saul a Otakar. Současné odrůdy nahého ovsa jsou charakteristické vysokým počtem zrn v latě (42), velkými obilkami (podíl zrna nad sítím $1,8 \text{ mm}$ je 91 – 94 %) a relativně velkou HTZ (27g). Průměrný výnos zrna ve srovnávacích testech činí $4,7 \text{ t.ha}^{-1}$. Kvalita zrna je vysoká nejen vysokým obsahem NL (14,5 – 14,7 %) a tuků v sušině (5,5 – 7,1 %), ale i jejich složením. Podíl pevných pluch činí jen 0,3 %. V Rakousku je odrůda „Attergauer Nackthafer“ zařazena do programu „SLK“ (odrůdy udržované farmáři). jedná se o starou odrůdu z dolního Rakouska, s délkou stébela 1 m a průměrnou hmotností semen 28 g .



Tabulka 1: Vybrané hospodářské vlastnosti odrůd ovsa (dle ÚKZUZ 2008 – 2011)

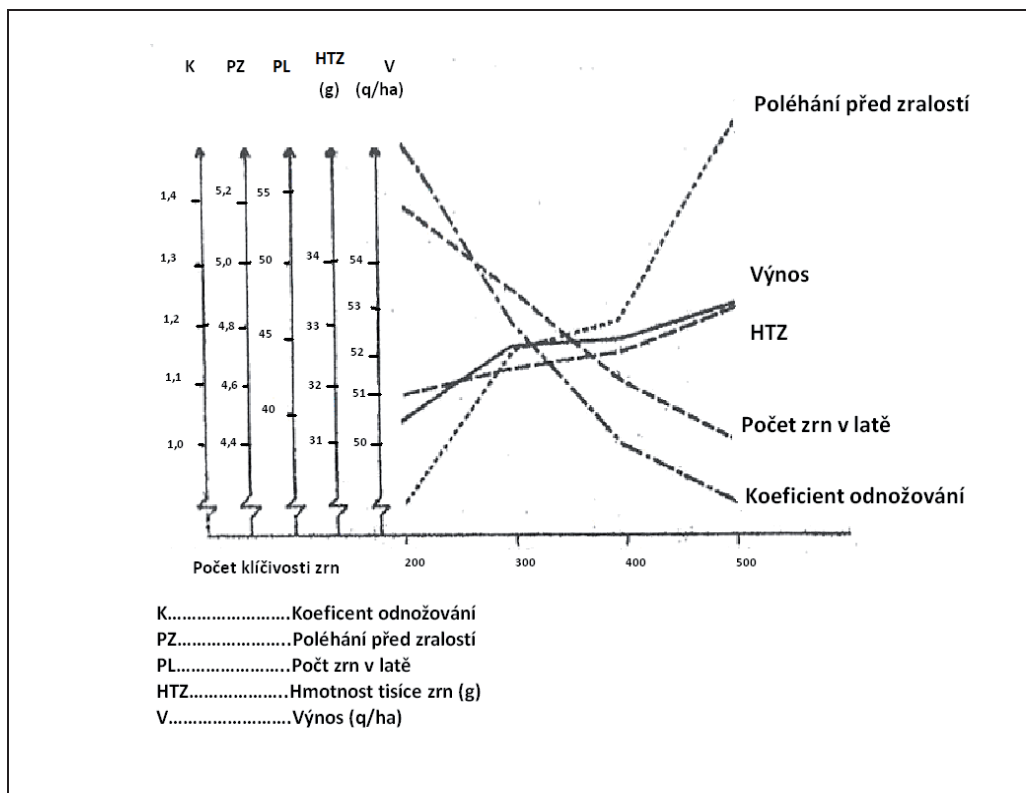
Vlastnost	Odrůda							
	Pluchatý oves				Nahý oves			
	Atego	Raven	Scorpion	Max	Korok	Otakar	Izak	Saul
Počet lat (m ²)	500	498	511	492	489	468	473	447
Počet zrn v latě (ks)	40	39	34	40	40	42	42	42
HTZ (g)	36	36	42	37	38	27	27	27
Výnos zrna (t.ha ⁻¹)	6,93	6,78	7,11	7,02	7,11	4,81	4,72	4,53

Příprava půdy a setí

Příprava půdy pro oves není náročná, hloubka orby (stačí do 20 cm) nemá vliv na výnos ovsa. Jarní ošetření půdy, příprava lůžka (mělké do 5 cm, pevné) má být rovnoměrné, co nejčasnější, jakmile to stav půdy dovolí. Časné setí je rozhodující pro výnos. Přispěje k využití nižších teplot, kratšího dne i zimní vláhý pro vyšší tvorbu odnoží a založení klásků v latě, sníží se napadení bzunkou ječnou. Zvláště u nahého ovsa je vlivem citlivého klíčku riskantní použít necertifikované, přeskladněné nebo nevyzkoušené osivo. Klíčivost nahého ovsa je běžně nižší (85 až 75 %) u přeskladněného nebo nevhodně sklizeného ovsa může být ještě nižší. Proto je důležité udělat si vlastní zkoušku klíčivosti a navíc laboratorní zkoušku vzháživosti, která může být ještě výrazně nižší. Z těchto důvodů se doporučuje i vyšší výsevek nahého ovsa 500 – 550 klíčivých zrn.m⁻² zatímco u pluchatého ovsa běžných 450 zrn/m² dostačuje. V nepříznivých podmínkách lze výsevek ještě o 10 % zvýšit. Užší řádky jsou vhodnější. Velmi důležité je, aby oves byl zaset rovnoměrně hluboko.



Graf 1: Vliv výsevu na produkční parametry ovsa (Reiner et al., 1983)



Regulace plevelů

Oves má dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům. Vzhledem k tomu je možné zásahy proti plevelům až do 30 % pokryvnosti plevelů bez vlivu na výnos zcela vyloučit. Vedle systémových preventivních opatření (střídání plodin, čištění osiv, apod.) je stěžejním přímým opatřením regulace plevelů vláčení od fáze 13 – 14 DC (3 – 4 lístků) až do fáze 29 DC. Vhodné jsou prutové, případně síťové brány. Optimální pracovní rychlost je 5,5 – 7,0 km.h⁻¹. Vlácení za vlhka není vhodné. Křehké rostliny po ránu jsou méně odolné proti poškození bránami. Vlácení přispívá ke zlepšení struktury půdy, aerace a tím k rozvoji kořenů a zlepšení příjmu živin, podpoře odnožování a stejnoměrného růstu rostlin. Vlácením dojde k omezení plevelů až o 60 %.



Regulace chorob a škůdců

Nejvýznamnějším škůdcem nahého ovsa je bzunka ječná (*Oscinela frit*). Většina populace bzunky zůstává na stanovišti zrodu. V oblastech s vyšším výskytem bzunky ječné a sterilní zakrslosti ovsa je rané setí nezbytné. V časně setých pokusech bylo průměrně napadeno 9 % rostlin (v extrémních případech až 47,5 % hlavních stébel). U pozdě setých porostů (o 14 dní) bylo napadení vyšší o 20 – 37 % než u časných (Moudrý, 2003). Při časném setí je prokázána nižší náchylnost k napadení chorobami (Ulmann, 1989).

Mšice (*Aphidea*) škodí u ovsa především šířením žluté virové zakrslosti ječmene (YBDW). Choroba se projevuje zvýšeným odnožováním, načervenalým až purpurovým zbarvením stébel i listů, někdy nedokonalým vymetáním, snížením výnosu až o 30 %. Dalšími důležitými škůdci ovsa jsou háďátka. Jejich přemnožení je důsledkem vysokého zastoupení obilovin na půdě, zvláště nedostatečným odstupem pěstovaného ovsa v osevním postupu.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Nahý oves vzhledem k delší vegetační době dozrává později než pluchaté odrůdy. Dozrávání - prosychání zrna je vzhledem k volným pluchám rychlejší. Ztráty lámáním stopeček a vypadáváním zrn po dosažení plné zralosti jsou nižší než u pluchatého ovsa, přesto při opožděné sklizni dochází k vypadání největších zrn z vrcholků laty. Předběžné odhady výnosu, vzhledem k velké variabilitě mezi latami (počtu zrn ve spodních dvou patrech), jsou obtížné. Určité potíže činí zpočátku i odhad zralosti. Značné chloupkaté zrna působí dojmem vyšší vlhkosti než je skutečná a naopak ještě částečně zelená stébla vytváří dojem nedozrálости rostlin v době, kdy zrna je již zralá. Je proto nutné měřit vlhkost zrna vlhkoměry (seřízenými pro nahý oves podle standardní vážkové metody).

Sklizeň ovsa se provádí na počátku plné zralosti za sucha. Při přezrávání za sucha se značně zvyšuje infekce obiliek sekundárními houbami, které komplikují skladování a zhoršují potravinářskou kvalitu. Optimální vlhkost nahého ovsa je při sklizni 14 – 16 %. Ztráty při této vlhkosti jsou do 0,15 t.ha⁻¹, výtěžnost osiva je 80 – 85 %, mechanické poškození je minimální. Zrna nahého ovsa sklizené při vlhkosti 12 – 14 % je více mechanicky poškozené (makropoškození - lámání zrn - dosahuje až 2,5 %, především při vyšších otáčkách mlátícího bubnu). Přes větší pevnost oplodí se nesnižuje mikropoškození zrna ani olámání klíčků. Zralé, přeschlé porosty není možné sklízet na plný výkon sklízecí mlátičky, ačkoliv to stav porostu zdánlivě



dovoluje. Je nutné snížit otáčky mlátícího bubnu, oddálit koš i snížit otáčky ventilátoru sklízecí mlátičky.

V nepříznivém létě je možné sklízet při vyšší vlhkosti zrna 16 – 18 %. Při výmlatu ale dochází k horšímu uvolnění zrn z obalů, zvýšení ztrát nevymláčením drobnějších zrn, zvýšení podílu vlhkých nečistot v zrně, většímu mikropoškození oplodí i lámání klíčku s následným snížením klíčivosti a žluknutí obilek. Sklizeň při vlhkosti zrna nad 18 % je možná jen ve výjimečně nepříznivém ročníku. U sklízecích mlátiček je nutno snížit pojezdovou rychlost pod 3 km.hod⁻¹. V těchto podmínkách je vhodné, zvláště při vzrostlém podsevu, zvýšit na nejvyšší možnou výšku strniště a stojící stébla s podsevem sklídit řezačkou následně zvlášť.

Tabulka 2: Závislost klíčivosti osiva nahého ovsa na vlhkosti sklizeného zrna a otáčkách mlátícího bubnu při sklizni (Lichtenfeld, 1989)

Vlhkost (%)	Otáčky mlátícího bubnu (ot./min)		
	600	800	1000
12 – 13	88,4	87,2	84,3
14 – 16	91,3	89,7	86,7

Vzhledem k vysoké citlivosti k poškození, je nutno se zrnem nahého ovsa manipulovat velmi obezřetně. Okamžitě po sklizni je zapotřebí čištění, odstranění prázdných klásků a jiných nečistot. Otáčky ventilátoru odsávání (aspirátoru) je nutno regulovat podle výskytu drobných zrn na sítích. Mezi drobnými zrny je větší výskyt černých a ztrouchnivělých. Větším odsátím příměsí (aspirací) se sníží výtěžnost (o podíl drobných zrn), ale zvýší se kvalita. Získaný odpad i frakce pod sítím 1,5 mm lze použít (podle vlhkosti po přesušení) jako plnohodnotné bílkovinné krmivo pro drůbež, selata aj. Je vhodné třídění zrna na dva až tři produkční proudy (velikost sít 1,8; 2,0 mm i více) s vyšší možností zpeněžení. Podíl zrna nad sítím 1,8 mm činí v průměru 88 %).

Maximální skladovací vlhkost nahého ovsa je 12 %. Při vyšší skladovací vlhkosti dochází ke snížení klíčivosti osiva a degradaci tuků, žluknutí a hořknutí obilek. Vlhké zrno je třeba okamžitě po sklizni dosušit. Optimální režimy sušících teplot nejsou dosud dostatečně vyzkoušeny. V provozních podmínkách se osvědčilo dosoušení ovsa sklizeného při vlhkosti do 15 % aktivním provětráváním neupraveným nebo předeřhřátým vzduchem na roštech. Při vyšší vlhkosti se uplatňuje dosoušení na sušárnách s nepřímým ohřevem a menším mechanickým poškozením, přičemž běžně doporučené teploty je vhodné považovat za maximální. Manipulaci po



sklizni je třeba minimalizovat. Pneumatické dopravníky jsou nevhodné. Chloupkaté zrna má nižší sypné parametry (sypný úhel 28,9) a tendenci ke tvorbě shluků a dutin. Ulámané chloupky se zachytávají v technických zařízeních, způsobují ucpávání dopravních cest a sít, které se proto častěji kontrolují. Větší koncentrace trachomů ve vzduchu působí obtíže obsluze (ekzémy, dýchací potíže, svědění). Při dlouhodobější práci jsou vhodné respirátory.

Osvědčilo se uložení nahého ovsa, zvláště osiva, do výšky 1,0 – 1,5 m ve skladech s možností provětrávání během skladování při zvýšení skladovací teploty (optimum je do 18 °C) a vlhkosti zrna na 12 %. Při dodržení optimálních podmínek lze nahý oves skladovat až rok (minimálně 6 měsíců), a to bez zhoršení senzorických vlastností a ztráty klíčivosti. Uložení nahého ovsa do výškových sil nebo vyšších vrstev (nad 2 m) v plošných skladech je méně vhodné. Je možné jen při snížení vlhkosti pod 12 %.

Box 2: Agrotechnika ovsa nahého

Nároky na prostředí	Nahý oves je z hlediska agroekologických požadavků náročnější než pluchaté odrůdy.
Osevní postup	Za nejlepší předplodinu nahého ovsa lze považovat okopaniny (hnojem hnojené brambory, krmná řepa). Nahý oves není vhodné pěstovat po jarním ječmeni.
Výživa rostlin a hnojení	Oves je nejméně náročný na dodatečné vstupy, má dobrou osvojovací schopnost pro živiny.
Odrůdy	V ČR odrůdy Izák, Saul nebo Otakar.
Příprava půdy a setí	Příprava půdy pro oves není náročná. Časné setí je rozhodující pro výnos. Výsevek nahého ovsa 500 – 550 klíčivých zrn.m ⁻² .
Regulace plevelů	Dobrá konkurenční schopnost hlavně k jednoletým plevelům.
Regulace chorob a škůdců	V České republice zatím pod hladinou ekonomické únosnosti. Nejvýznamnějším škůdcem nahého ovsa je bzunka ječná (<i>Oscinela frit</i>).
Sklizň	Dozrává později než pluchaté odrůdy. Optimální vlhkost nahého ovsa je při sklizni je 14 – 16 %.

Ekonomika pěstování

Pěstitelům i zpracovatelům přináší využití nahého ovsa výhodou v úspoře skladovacích a dopravních nákladů, nákladů na loupání i větší výtěžnost (90 % i více) oproti pluchatému ovsu (50 – 55 %) a méně odpadů. V současnosti není v Evropě poptávka po nahém ovsu uspokojena. Při výnosech kolem 3 t.ha⁻¹ a ceně 4700,- 6 000 Kč za 1 tunu je nahý oves, zvláště v době přebytku běžných obilovin na trhu, ekonomicky zajímavou plodinou. Vzhledem k výnosu a výtěžnosti by cena nahého ovsa v relaci k ovsu pluchatému měla být větší než 1,45:1 Moudrý, Čermák



(1995). Současné pěstitelské plochy nahého ovsa se v České republice pohybují mezi 3000 – 4000 ha. Existuje předpoklad nárůstu ploch a tím i odbytu, při lepším průzkumu exportních možností a propagaci na domácím trhu zvláště v kvalitě bio.

V Rakousku není o pěstování nahého ovsa příliš informací. Lze předpokládat, že pěstitelské plochy nahého ovsa dosahují pouze 200 ha (cca 1 % pěstitelských ploch ovsa). Oves je pěstován především na farmách, které zrno přímo prodávají. Odrůda nahého ovsa „Attergauer Nackthafer“, která je zařazena do programu „SLK“ (farmáři udržované odrůdy) byla v letech 2007 – 2011 pěstována pouze na 5 hektarech. V rámci Österreichischen Umweltprogramm (ÖPUL) je oves zmiňován jako důležitá plodina, proto lze očekávat rozvoj jeho pěstování.

Kvalita produkce

Nahý oves (*Avena sativa* var. *nuda* L.) lze řadit mezi tzv. funkční potraviny, které mají kromě výživové hodnoty příznivý účinek na zdraví konzumenta a jeho fyzický či duševní stav. Welch (1995) označuje z toho důvodu oves jako multifunkční potravinu. Oves je obecně využíván jako celozrnná potravina, jejíž konzumace snižuje nebezpečí vzniku chronických chorob včetně rakoviny (Chatenoud et al., 1998) a nemocí srdce (Liu et al., 1999).

Specifické dietetické vlastnosti ovsa vycházejí z chemického složení, jímž se oves výrazně odlišuje od ostatních obilovin (Ahokas et al., 2005; Givens et al., 2004). Vysoká energetická a nutriční hodnota ovsa vyplývá z vysokého obsahu bílkovin, s příznivou aminokyselinovou skladbou (Zarkadas et al., 1995), tuku bohatého na nenasycené vyšší mastné kyseliny (Welch, 1995), příznivého složení sacharidů, vysokého obsahu lehce rozpustné vlákniny, vitaminů B1, B2, E, hořčíku, železa i dalších minerálních látek.

Tabulka 3: Látkové složení vybraných maloobjemových plodin (Moudrý a Vavreinová, 1998)

Složka (% v sušině)	Nahý oves	Pšenice špalda	Pohanka	Amarant
NL	17,2	18,1	13,6	15,4
BNLV*	72,8	62,0	60,4	70,5
Tuk	7,0	1,9	2,3	7,4
Vláknina	1,1	1,7	2,5	3,1
Popeloviny	1,9	1,9	2,3	3,6
* BNLV - bezdusíkaté látky výťažkové				



Obsah dusíkatých látek (N x 6,25) u nahého ovsa se pohybuje v rozmezí 15,2 až 23,6 % (Moudrý, 2003). Obsah dusíkatých látek v zrně je závislý na mnoha faktorech - jedná se o komplexní vliv genotypu a agroekologických faktorů (Givens et al., 2004). Ve srovnání s ostatními cereáliemi je cenné především vysoké zastoupení esenciálních aminokyselin typu lysin, methionin a cystein (Welch, 1995). Vysoká biologická hodnota ovesné bílkoviny je dána ve srovnání s pšenicí, žitem a ječmenem výrazně nižším zastoupením prolaminové frakce. Ahokas et al. (2005) uvádí obsah prolaminů v zrně ovsa v rozmezí 4 – 14 % z celkového proteinu.

Tabulka 4: Aminokyselinové složení u vybraných maloobjemových plodin (v g.100 g⁻¹) (Moudrý, Vavreinová 1998)

Aminokyselina	Nahý oves	Pšenice špalda	Pohanka	Amarant
Lysin	4,6	2,8	9,6	5,3
Valin	4,9	5,8	6,6	4,2
Isoleucin	3,2	5,6	5,2	3,7
Leucin	8,4	9,0	10,2	5,3
Methionin	–	4,0	2,1	4,5
Threonin	2,8	–	6,0	3,5
Fenylalanin	3,2	7,0	7,2	–

Průměrný obsah tuku v obilkách jarních forem nahého ovsa je 5,6 %, u ozimých forem 8,2 % (Moudrý, 2003). Obsah tuku je závislý především na genotypu. Pozitivní vliv mají i nižší teploty v době syntézy tuku. Ve spektru vyšších mastných kyselin jednoznačně převládají nenasycené mastné kyseliny. V pokusu Vaculové et al. (1999) tvořily kyseliny palmitová, olejová a linolová 93,9 – 95,3 % celkového obsahu tuku. Vysoký obsah tuku zvyšuje energetickou a nutriční hodnotu ovsa, ovšem při šlechtění na vyšší obsah tuku se objevují negativní jevy, jako je snížení kvality tuku ve smyslu snížení obsahu nenasycených mastných kyselin, zhoršení výnosových parametrů, stejně jako zhoršení chuťových vlastností ovesných zrn (Moudrý, 1995; Holland et al., 2001).



Tabulka 4: Procentický obsah vyšších mastných kyselin v tuku pluchatého a nahého ovsa (Moudrý, 1992)

Pluchaté	palmitová	stearová	olejová	linolová	linolenová	eikosenová	behenová	eruková
Min.	15,9	0,5	37,6	40,0	1,3	0,6	stopy	stopy
Max.	17,7	0,8	39,6	42,4	1,8	0,9	stopy	0,1
Průměr	16,7	0,7	38,6	41,4	1,5	0,8	stopy	0,1
Nahé								
Min.	15,3	0,8	38,1	37,9	0,9	0,4	stopy	stopy
Max.	16,9	1,4	42,1	42,2	1,6	0,9	stopy	0,1

Ze sacharidů převládá škrob, který je hlavní energetickou složkou ovsa. Obsah stravitelných polysacharidů se pohybuje kolem 66 % (Moudrý, 2003). Ostatní polysacharidy tvoří tzv. vlákninu. Obsah vlákniny je dalším důležitým kvalitativním znakem ovsa. Hrubá vláknina (lignin, hemicelulóza, celulóza) je ve vodě nerozpustná a nevstřebatelná. Působí svým mechanickým drážděním příznivě na střevní motoriku (Klener et al., 2001). Obsah hrubé vlákniny nahého ovsa se pohybuje od 1,3 % do 3,2 %. Ve vzorcích nahého ovsa z provozních ploch byl obsah vlákniny 0,29 až 3,99 v průměru 1,84 % (Moudrý, 2003). Rozhodující vliv na obsah hrubé vlákniny má ročník, resp. zásobení vláhou. Tzv. ve vodě rozpustná složka vlákniny (gumy, pektiny, slizy) je nevstřebatelná. Přítomnost této složky ve stravě omezuje vstřebávání lipidů, a tím i cholesterolu, čímž působí příznivě na proces aterogeneze. Nahý oves obsahuje nejvíce β -glukanů (3,1 – 5,8 %) z obilovin (Wood, 1990). U našich odrůd nahého ovsa se pohyboval obsah β -glukanů mezi 3,3 až 6,1 % (Štěrbá, 2002). Welch (1999) udává, že oves jako jediná obilovina díky rozpustné vláknině β -glukanů snižuje hladinu cholesterolu. Zvláště bohaté na β -glukany jsou ovesné otruby. Ve vodě polorozpustné polysacharidy mohou zvyšovat viskozitu střevního prostředí a tím snižovat hladinu cholesterolu u jedinců s jeho vyšším obsahem. Tato složka také poutá střevní karcinogeny, zpomaluje vstřebávání jednoduchých cukrů a pozitivně ovlivňuje diabetické diety (Anderson a Bridges, 1993).

Rozhodujícími znaky technologické kvality zrna při nákupu potravinářského ovsa jsou objemová hmotnost, vyrovnanost obilní masy, minimální podíl pluch, dokonalý zdravotní stav a nízké mikrobiální znečištění. Důležitou senzoricky hodnocenou vlastností, je chuť a vůně především ve vztahu k vysokému obsahu tuku a nebezpečí žluknutí.



Tabulka 5: Ukazatele technologické kvality nahého ovsa (Moudrý, 2003)

Parametr	OH kg.hl ⁻¹	HTZ g	Výtěžnost %	Třídění 1,8 mm	Třídění 1,5 mm
maximum	71,7	29,4	92	92,3	99,7
minimum	59,6	22,9	86	77,4	92,6
průměr	64,1	26,7	89	86,9	98,1
SD	4,3	2,1	2	4,0	1,9

V humidních podmínkách se v latě ovsa vyskytují černá zrna, která snižují senzorickou hodnotu mlýnských produktů změnou jejich barvy, což je zvláště nežádoucí u výrobků pro lidskou spotřebu. Moudrý (1992) zjistil v latách nahého ovsa průměrně 0,2 – 17,4 % černých a ztrouchnivělých zrn z celkového počtu. Za hlavní příčinu černých zrn (Clothier et al., 1995) označují houby rodu *Alternaria* (*A. tenuissima*, *A. alternata*). Lew (2002) uvádí, že houby rodu *Fusarium* napadají laty ovsa v době kvetení přes prašníky na počátku tvorby obilek, houby rodu *Alternaria* pak v pozdějších fázích vývoje. Tyto druhy hub syntetizují mykotoxiny převážně patřící do skupiny trichothecenů (T-2 toxin, HT-2 toxin, deoxynivalenol, nivalenol) (Eriksen a Alexander, 1998). Nebezpečí infekce těmito houbami se zvyšuje při vlhkém počasí mezi metáním a zráním zrna.

Box 3: Kvalita ovsa nahého

Obsah tuku	V průměru 5,6 %.
Obsah hrubé vlákniny	V rozmezí 1,3 % do 3,2 %.
β - glukany	Nejvíce β - glukany (3,1 – 5,8 %) z obilovin.
Aminokyseliny	Ve srovnání s ostatními cereáliemi je cenné především vysoké zastoupení esenciálních aminokyselin typu lysin, methionin a cystein.



Citovaná literatura

- Adler, A., Lew. H., Moudrý, J., Štěrbá, Z., Vrátilová, K., Edinger, W., Brodac, W., Kiendler, E. (2003): Microbiological and mycotoxicological quality parameters of naked and covered oats with regard to the production of brand and flakes. *Die Bodenkultur* 54 (1): 41-48.
- Anderson, J. W., Bridges, S. R. (1993): Hypocholesterolemic effects of oat bran in humans. In: Wood, P. J. (ed). *Oat Bran*. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, Inc., pp. 139-157.
- Ahokas, H., Heikkilä, E., Alho, M-L. (2005): Variation in the ratio of oat (*Avena*) protein fractions of interest in coelic grain diets. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52: 813-819.
- Braun, H. (1980): *Die Stickstoffdüngung des Getreides*. Frankfurt / M. DLG - Verlag, 240 p.
- Clothier, R. B., Roderick, H. W., Valentine, J. (1995): Changing threats from oat diseases in the UK. In: *Proceedings 1st European Oat Disease Nursery Workshop* Petria, pp. 68-70.
- Givens, D. I., Davies, T. W., Laverick, R. M. (2004): Effect of variety, nitrogen fertiliser and various agronomic factors on the nutritive value of husked and naked oats grain. *Animal Feed Science and Technology* 113: 169-181.
- Hollandm, J. B., Frey, K. J., Hammond, E. G. (2001): Correlated responses of fatty acid composition, grain quality, and agronomic traits to nine cycles of recurrent selection for increased oil content in oat. *Euphytica* 122: 69-79.
- Chatenoud, L., Tavani, A., LaVecchia, C., Jacobs, D. R., Negri, E, Levi, F., Franceschi, S. (1998): Whole grain food intake and cancer risk. *International Journal of Cancer* 77: 24-28.
- Klener, P. et al. (2001): *Vnitřní lékařství*. UK Praha - druhé doplněné vydání, 337 p.
- Křišťan, F.; Strnad, P.; Vrkoč, F. (1973): Vliv některých agrotechnických opatření a jejich vztahů na výnos ovsa. *Rostlinná výroba* 6: 641-649.
- Lichtenfeld, H. et al. (1989): *Erarbeitung eines Produktion Verfahrens für die Saatgut Produktion von Nackthafer*. Forschungs und Entwicklungsbericht - Abschlussbericht, Memleben, 47 p.
- Liu, S. M., Stampfer, M. J., Hu, F. B., Giovannucci, E., Rimm, E., Manson, J. E., Hennekens, C. H., Willett, W. C. (1999): Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 70: 412-419.
- Moudrý, J. (1992): *Bezpluchý oves v České republice*. Docentská habilitační práce. ZF JU, České Budějovice, 198 p.
- Moudrý, J. (1995): Kvalita a odbyt potravinářského ovsa. In: *Současné aspekty posuzování kvality zrnin*, VÚRV Praha-Ruzyně, pp. 1-12.



- Moudrý, J. (2003): Tvorba výnosu a kvalita ovsa, vědecká monografie, ZF JU v Českých Budějovicích, 167 p.
- Moudrý, J., Vavreinová, S. (1998): Chemical Composition of Amaranth seeds. In: Proceedings of the international conference, Brno červenec 1998, pp. 226-227.
- Reiner, L., Becker, F. A., Frimmel, G. (1983): Hafer - Aktuell. Frankfurt am Mein, DLV-Verlag, 166 p.
- Skala, J. (1981): Význam pěstování ovsa z hlediska půdní úrodnosti. (Kandidátská disertační práce), Vysoká škola zemědělská v Praze, Praha, 126 p.
- Štěrbá, Z. (2002): Vliv genotypu a agroekologických podmínek na kvalitu bezpluchého ovsa. Disertační práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 123 p.
- Ulmann, L. (1989): Vliv výsevků a stupňování dávek dusíku na výnos krmného ovsa. Rostlinná výroba 35: 1211-1220.
- Vaculová, K., Heger, J., Macháň, F. (1999): Hospodářské aspekty zkrmování zrna bezpluchého ovsa. Czech Journal of Animal Science 44: 169-177.
- Vrkoč, F. (1982): Biologicky vyvážená skladba rostlinné výroby v horských a podhorských oblastech. In: Sborník „Intenzifikace výroby obilnin v extrémních podmínkách horské a podhorské oblasti“. DT ČSVTS Č. Budějovice, pp. 3-5.
- Welch, W. R. (1995): The chemical composition of oats. In: Welch, R. W. et al. (Eds), The Oat Crop. Production and utilization. Chapman a Hall, London, p. 279-320.
- Welch, W. R. (1999): Research opportunities for oats in human nutrition. In: OATS „vive la différence“, Second European Oats Conference Cambridge, 28-29 October, Conference Proceedings.
- Wood, A. et al. (1990): Comparison of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic index. Journal of Agriculture and Food Chemistry 38: 753-757.
- Zarkadas, C. G., Yu, Z., Burrows, V. D. (1995): Protein quality of three Canadian-developed naked oat cultivars using amino acid composition data. Journal of Agriculture and Food Chemistry 43: 415-421.





Kapitola 6.

Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench.)

Dagmar Janovská¹ a Martin Káš²

¹ Oddělení genové banky, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507
161 06 Praha 6 – Ruzyně, Česká republika
e-mail: janovska@vurv.cz

² Oddělení pěstitelských technologií, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507
161 06 Praha 6 - Ruzyně, Česká republika
e-mail: kas@vurv.cz

Abstract:

Buckwheat used to be a significant crop in Europe in the past. It has stayed an attractive crop in some regions until nowadays. It has decreased in its attractiveness over the centuries. However, it has become an interesting crop once again recently. Buckwheat is a significant crop because it has high nutritive and

dietetic values. It is an undemanding crop, which makes it a suitable crop for the low-input farming system.

Key words:

buckwheat, organic farming, quality of production

Abstrakt:

Pohanka obecná byla v minulosti významnou plodinou Evropy. V některých regionech je stále vyhledávanou a oblíbenou. Během staletí ale její využívání klesalo. V posledních několika desetiletích se zájem o pohanku zvyšuje. Zájem je zejména z důvodu nutriční a dietetické

hodnoty, ale i nenáročnosti pěstování, což jí určuje jako plodinu vhodnou do systému s nižšími vstupy.

Klíčová slova:

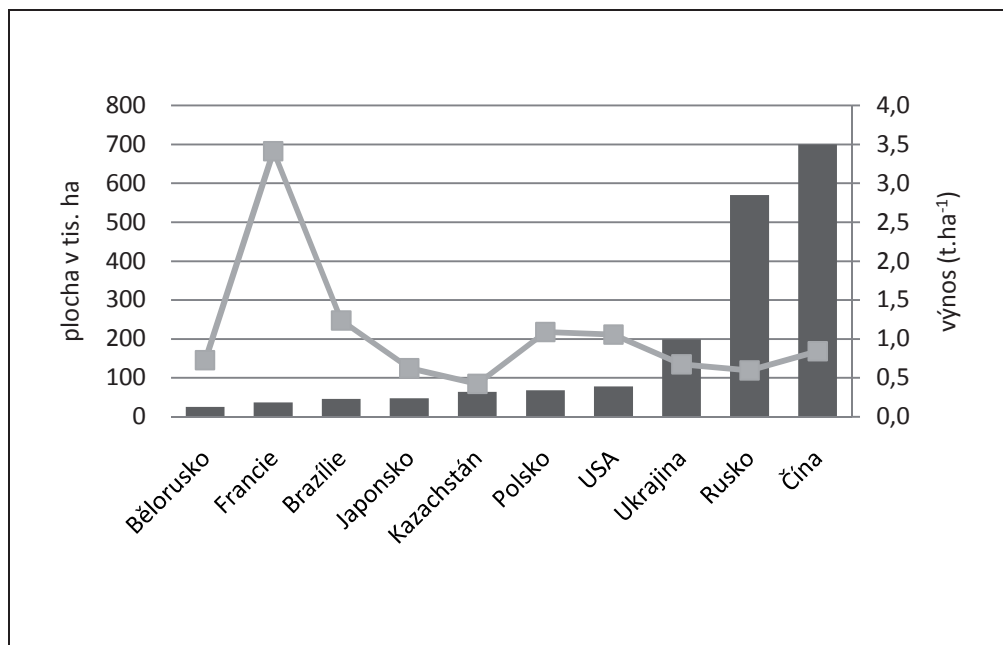
pohanka obecná, ekologické pěstování, kvalita produkce

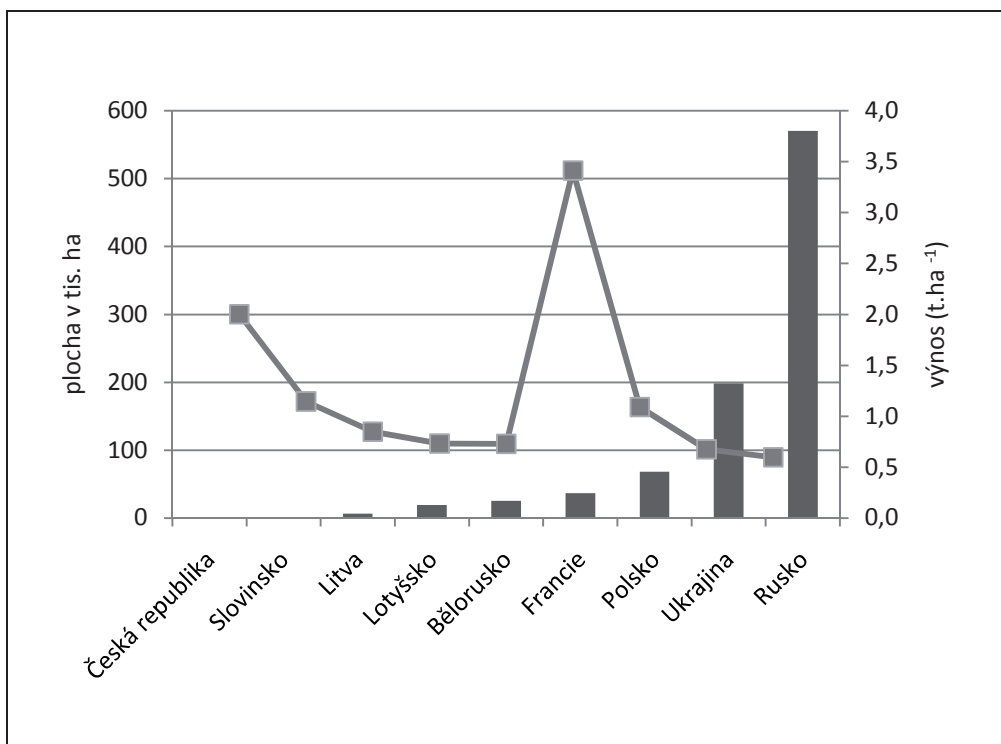


Úvod

Pohanka obecná pochází z Číny a je rozšířená jako minoritní plodina po celém světě. Řadí se do skupiny pseudocereálií, což jsou plodiny, které nepatří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) ale používají se obdobně jako obiloviny. Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench) je řazena do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*). Největšími producenty (Graf 1) i konzumenty pohanky na světě jsou Čína, Rusko, Ukrajina, Polsko atd. Nejvýznamnější producenti pohanky v Evropě jsou uvedeni v Grafu 2. Pohanka je nejčastěji konzumována ve formě krup a mouky. Po celém světě existuje spousta tradičních pokrmů. Jejich přehled je uveden v Tab. 1.

Graf 1: Výnos a oseté plochy největších producentů pohanky ve světě (FAO, 2012)



Graf 2: Výnos a oseté plochy největších producentů pohanky v Evropě (FAO, 2012)

Mnoho jich je známých a tradičních ve více státech jako např. „bliny“, které jsou typické pro Rusko, Polsko a Ukrajinu, ale i pro Švédsko a Finsko. Stejně tak pirohy a pohanková kaše má rozšíření v mnoha slovanských státech. Dále jsou konzumovány také stonky a listy jako zelenina (zejména v Koreji a Číně) i jako klíčky. Vzhledem k tomu, že pohankové kroupy obsahují vlákninu, minerální látky, vitaminy apod. významné pro lidskou výživu a neobsahují lepek, je pohanka v současné době vyhledávána jako „zdravá“ potravina a jako potravina pro výživu při citlivosti na lepek.



Tabulka 1: Přehled potravin z pohanky (Kreft et al., 2003)

Stát	Potravina	Jméno
Francie - Bretaň	Palačinka plněná slaným máslem, ale i vejcem na „volské oko“, slaninou, šunkou apod.	Galletes
Slovinsko	Palačinka polévaná vepřovým sádlem nebo kysanou smetanou	Zlevanka
Slovinsko	Jednoduchý závin s tvarohem	Potica
Slovinsko	Pokrm podobný haluškám, podávaný s masovou omáčkou nebo horkým mlékem	Zganci
Itálie, Švýcarsko	Polenta s uzenou šunkou nebo prosciutto	Polenta
Itálie, Švýcarsko	Smažené „koblihy“ se zeleným salátem	Sciatt
Itálie, Švýcarsko	Těstoviny	Pizzocheri
Rakousko	Pohankové kroupy se slaninou	Heidensterz
Korea	Těstoviny	Naengmyeon, Makguksoo
Japonsko	Těstoviny	Soba-kiri, soba-men
Japonsko	Sushi vyrobené z pohankových těstovin	Soba-zushi
Rusko	Kaše	Гречневая каша
Rusko	Lívanec z pohankové mouky s kysanou smetanou či černým kaviárem	Блины
Ukrajina	Halušky s vepřovým masem	Галушки
Polsko	Klobásy	Kaszanka
Polsko	Pirohy	Pierogi
Česká republika	Pohanková kaše	Vtípná kaše

Historie pěstování

Pohanka obecná pochází z Číny, kde se začala pěstovat již v 11. století před Kristem. Existuje zde také mnoho legend, knih a písní, které oslavují pohanku ať už jako potravinu, či jako léčivo pro člověka i zvířata (Zhang et al., 2003). Do Evropy se pohanka dostala po Hedvábné stezce až ve 12. nebo 13. století spolu s muslimskými obchodníky nebo s armádou Tatarů (Saraceni, Tataři, pohané). Od toho se také odvíjí její název ať už v češtině - pohanka, nebo v jiných jazycích, kde význam slova je podobný - francouzský název - 'le blé sarrasin', italský - 'grano saraceno', německý - 'Heidenkorn' (Zhang et al., 2003; Petr, 1995). Na území dnešní České republiky se pohanka pěstovala již od 12. století. Svědčí o tom archeologické nálezy z Opavy, Prunéřova nebo Uherského Brodu (Michalová, 1994).

Box 1: Historie pěstování pohanky obecné

Původ	Nejpravděpodobněji Čína.
Rozšíření	Pomocí obchodních tras nejprve do Evropy a Japonska, později do USA, Austrálie apod.



Pohanka jako meziplodina

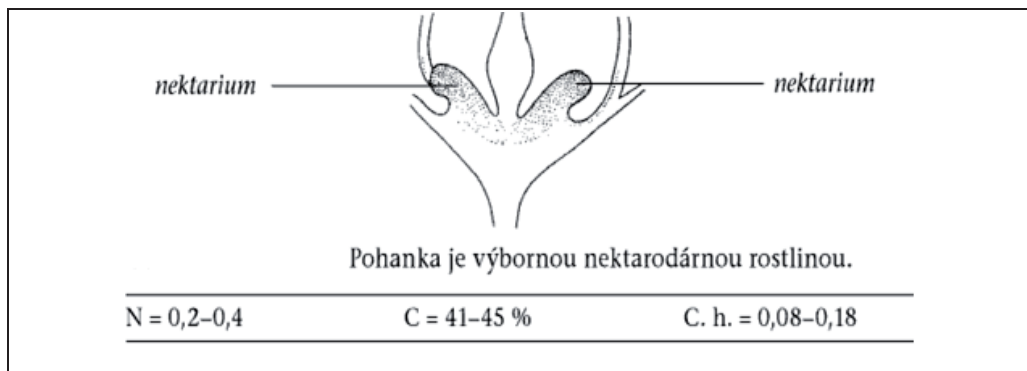
Pohanka nachází uplatnění zejména jako podzimní strnisková meziplodina. Při včasném zasetí a dostatku srážek dokáže rychle vytvořit dostatek nadzemní hmoty a tím zakrýt půdu, čímž se sníží neproduktivní výpar. Při teplém podzimu pohanka nakvétá a stává se významným zdrojem pylu pro včely. Pohanka je velmi citlivá na mráz. Tuto vlastnost je nutné respektovat a počítat s tím, že s prvními podzimními mrazíky rostliny ukončí vegetaci, které mohou přijít již v měsíci říjnu. Při následujícím oteplení již pohanka neplní funkci poutače dusíku, protože rostliny jsou zmrzlé a dusík se během pozdního podzimu může uvolňovat. Pokud se tedy nepočítá s podzimní orbou, je vhodné pohanku vysévat ve směsi s jinými mrazu odolnějšími druhy (např. hořčice nebo svazenka).

Pohanka ve včelařství

Pohanka obecná je velmi významnou nektarodárnou plodinou. Včely navštěvují květy zejména v ranních hodinách, kdy se kvítky otevírají. Doba kvetení jednotlivých kvítků je velmi krátká, zpravidla netrvá ani jeden den. Rostlina nakvétá postupně od spodu k vrcholu. Pyl má střední výživnou hodnotu, cenný je tím, že pohanka kvete v „podletí“, kdy vznikají zimní generace včel. Pohankový med je tmavohnědý, nerovnoměrně krystalizující s vysokým obsahem rutinu, se specifickou vůní, která je podobná močůvce (Haragsim, 2008).



Obrázek 2: Včelařský význam pohanky obecné (Haragsim, 2008). N - množství nektaru vyloučené (mg) izolovaným nektariem květu za 24 hodin; C - cukernatost nektaru měřená refraktometrem (%); C. h. - cukerná hodnota (množství cukru vytvořené v květu za 24 hodin), je to jednotka vypočítaná vynásobením předchozích hodnot a udávaná v mg



Biologická charakteristika

Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench.) je dvouděložná plodina z čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*). Pohanka má osm chromozomů a vyskytuje se hlavně v diploidní formě ($2n=16$). Kořenový systém se skládá z kulového, málo větveného kořene, který proniká jen mělce do půdy. Pohanka nemá ve srovnání s ostatními obilninami příliš mohutný kořenový systém (je např. 2,5krát menší než u ječmene), ale významná je jeho fyziologická aktivita přijímání živin. Intenzita činnosti kořenového systému je až 12krát vyšší než u pšenice. Kořeny pohanky vylučují organické kyseliny - mravenčí, octovou, citrónovou a šťavelovou, pomocí kterých přijímají živiny, zejména fosfor, těžko dostupných forem. Na druhou stranu tato vlastnost může vést k většímu příjmu těžkých kovů, zejména kadmia, arzenu a rtuti (Janovská et al., 2008; Kalinová 2002). Lodyha pohanky je přímá, zelená až červená, dorůstající se až 130 cm. Listy jsou ve spodní části stonku dlouze řapíkaté, v horní přisedlé (heterofylie). Květenství tvoří 7 – 9 kvítků, které vyrůstají v úžlabí listů. Významnou zvláštností pohanky je tvorba dvou typů květů podle délky čnělek: dlouhočnělečné (pin typ) a krátkočnělečné (thrum typ). Tento jev se nazývá různočnělečnost (heterostylie). Květy typu pin mají dlouhé pestíky a krátké tyčinky,



zatímco u květů typu thrum je to naopak. Existují též rostliny pohanky, v jejichž květech mají pestíky i tyčinky stejnou délku a bývají spíše kratší, což umožňuje samoopylení. Poměr četnosti výskytu dvou typů květů (pin a thrum) je 1:1 a to především díky cizosprašnosti pohanky. Ačkoliv pohanka vytváří velké množství květů, pouze 10 % květů vytvoří nažky. Na tomto jevu se podílí řada faktorů jako např. nedostatek vláhy, vysoká teplota v době kvetení anebo malá listová plocha na jeden květ (velký sink, malý source). Pohanka je rostlina hmyzosnubná (Campbell 1997; Janovská et al., 2008). Plodem je hladká trojboká nažka. První nažky dozrávají 25 – 30 dní od začátku kvetení. Oplodí, které těsně obaluje samotná semena, ale nesrůstá s nimi, se odstraňuje při loupání a tvoří 15 – 30 % hmotnosti plodu (Michalová et al., 2002).

Pěstování v ekologickém zemědělství

Nároky na prostředí

Pohanka je teplomilnou rostlinou. Nejvhodnější teplota pro klíčení a vzházení je nad 15°C. Minimální teploty pro klíčení jsou 7 – 8 °C. Teploty pod -2°C poškozuji klíčící rostliny, teploty pod -4°C rostliny ničí. Vyšší teploty a nižší vzdušná vlhkost v době kvetení mohou způsobovat zasychání semeníků a tím nižší opylení květů (Petr, 1990). Ontogenetický vývoj je krátký a v důsledku toho je poměrně malá i suma teplot (1000 – 1200 °C). To umožňuje pěstovat pohanku u nás i ve vyšších polohách a v Evropě až po 70° s. š. (Janovská et al., 2008).

Pohanka je poměrně náročná na vláhu, protože má velkou listovou plochu a poměrně vysoký transpirační koeficient (500 – 700). Michalová et al. (1998) a Podolska a Podolski (2004) potvrdili korelaci mezi množstvím srážek a výnosem. Při vzházení za sucha a nízkých teplot hrozí riziko zaplevelení (Michalová et al., 2002).

Pohanka není náročná na půdní podmínky. Za vhodné se nejčastěji považují půdy lehké až střední, hlinitopísčité, písčitohlinité a hlinité, zásobené živinami a s dostatkem vláhy. V sušších oblastech je vhodnější ji pěstovat na těžších, vodo-držnějších půdách než půdách písčitých (Petr a Škeřík, 1997). Kořenový systém je slabý a jeho aktivita závisí na provzdušněnosti půdy, proto se pohance nejlépe daří na středních až lehčích půdách, neutužených a dobře zpracovaných, kde může využít i živiny pro jiné plodiny těžko přístupné (Janovská et al., 2008).



Zařazení v osevním postupu

Pohanka se pěstuje v mnoha zemích jako plodina s krátkou vegetační dobou. Pěstuje se buď jako jarní plodina se sklizní v létě nebo brzy na podzim nebo jako následná plodina po sklizni ozimů se sklizní v pozdním podzimu. Toho se využívá zejména ve Slovinsku a v Austrálii (Kreft, 2001). Ve střední Evropě se pěstuje hlavně z jarních výsevů se sklizní v září nebo říjnu. Na předplodinu není pohanka náročná. Neměla by ale být zařazena po plodině, u které byl zjištěn výskyt hádátka. Bylo publikováno, že po luskooobilné směsce se výnos zvýšil o 15 – 40 % (Petr, 1990). Pohanku lze pěstovat i jako meziplodinu či jako krycí plodinu. Pohanka je hodnocena jako plodina s fytosanitárními účinky, která dokáže omezovat patogeny při vysokém zastoupení obilnin v osevních sledech. Také má specifickou pozici v osevních postupech v případě regulace plevelů. Díky pozdnímu termínu setí lze využít dvoufázové přípravy půdy spočívající v strhnutí hrubé brázdy brzy na jaře a samotnou předseťovou přípravu provést těsně před setím. Mezi těmito operacemi mohou být až dva měsíce, což je doba plně dostačující k vyrašení časných jarních plevelů, které jsou předseťovou přípravou zničeny. Jeden ze způsobů regulace vytrvalých plevelů, především pcháče osetu je zařazení pohanky do osevního sledu po ozimé plodině sklizené na zeleno. V tomto případě lze využít pozdního výsevu pohanky, kdy je ozim sklizen na zeleno společně s pcháčem v polovině června, tedy zhruba v době tvorby květních poupat pcháče, kdy je pcháč nejcitlivější. Následně nasetá pohanka půdu rychle zakryje.

Výživa rostlin a hnojení

Pohanka je vhodná plodina pro systémy s nízkými vstupy, protože je schopna získat z půdy i těžko dostupné živiny, především fosfor. Na rozklad méně rozpustného komplexu živin využívá organické kyseliny, které vylučuje kořenem (Michalová, 1994; Petr, 1995). Proto je pohanku možné pěstovat jako plodinu doběrnou. Při intenzivnějším pěstování je pro pohanku potřeba podle Petra (1990) na 1 tunu výnosu nažek 34 kg N, 16 kg P_2O_5 a 40 kg K_2O , oproti tomu Campbell (1997) udává, že pohanka během svého vývoje odčerpá z půdy 29 kg dusíku, 14 kg fosforu a 25 kg draslíku.



Mnoho autorů publikovalo příznivý vliv vyšších obsahů dusíku a fosforu v půdě na zvýšené kvetení, tvorbu nažek, obsah bílkovin v zrna i výnos nažek (Podolska a Podolski, 2004; Hagels et al., 1995). Na druhou stranu Edwardson (1996) a Fryš (1991) upozorňují na to, že vyšší dávky dusíku mohou mít za následek nadměrný růst nadzemní biomasy, poléhání a sníženou tvorbu nažek.

Pohanka se vysévá do teplé půdy v období, kdy dochází k tzv. jarnímu maximu mineralizace organických forem dusíku. Pokud je věnována péči o půdu pozornost v rámci celého osevního postupu, jsou zásoby živin ze staré půdní síly pro pohanku dostatečné.

Odrůdy a osiva

V České republice není pohanka obecná uvedená v druhovém seznamu pěstovaných rostlin podle vyhlášky č. 378/2010 Sb., o stanovení druhového seznamu pěstovaných rostlin. Takže se zde nemohou registrovat žádné nové odrůdy. V současné době je ve Státní odrůdové knize uvedena pouze jedna odrůda, které dobíhá registrace. Jedná se o slovenskou odrůdu Špačinská 1, která se vyznačuje dobrou rezistencí vůči houbovým chorobám. Dále se zde pěstují dříve registrované odrůdy Pyra, která je původem z Beskyd a ukrajinské Kara-dag a Jana. Pěstují se však i další zahraniční odrůdy jako např. Kora, Hruszowská, Emka, Aelita aj.

Podle údajů ÚKZÚZ (2012) byly nově do seznamu právně chráněných odrůd rostlin podle zákona 408/2000 Sb., o ochraně práv k odrůdám, zapsány odrůda Zita a Zoe. Ve schvalovacím řízení jsou pak odrůdy Zamira a Rosita.

Šlechtění pohanky je velmi obtížné z důvodu různého typu květů a inkompatibilitě. Vzhledem k tomu, že pohanka není významnou plodinou pro majoritní použití, nevěnuje se jejímu šlechtění v ČR větší pozornost. Z tabulky 2 je patrné, že se ale situace začíná pomalu zlepšovat.

Při rozhodování o volbě odrůdy je nutné přihlídnout k využití sklizeného produktu. Pro potravinářské využití se jeví nejvýhodněji odrůdy s velkými nažkami, u kterých je při procesu loupání vyšší výtěžnost a proto lze předpokládat i lepší cenu. Odrůdy s menšími semeny lze využít k výrobě osiva pohanky jako strniskové



meziplodiny, kdy malé nažky jsou v tomto případě předností z důvodu nižší potřeby vody při procesu vzcházení.

Tabulka 2: Přehled registrovaných a právně chráněných odrůd na ÚKZÚZ (2012)

Číslo	Odrůda	Ochrana práv (OP)	Registrace (REG)	Subjekty
FGE06233	Špačinská 1	–	Registrace: 02-07-2002	Udržovatel: 1256 ¹ REG - Zástupce: 786 ²
FGE10497	Zita	Udělení: 28-01-2009 Platnost do: 31-12-2034	–	OP - Držitel práv: 158 ³ Udržovatel: 158
FGE11324	Zoe	Udělení: 30-04-2010 Platnost do: 31-12-2035	–	OP - Držitel práv: 158 Udržovatel: 158
FGE21219	FAGES 3 Návrh názvu: Zamira	Podání žádosti: 29-11-2011	–	OP - Žadatel: 158 Udržovatel: 158
FGE21220	FAGES 4 Rosa Návrh názvu: Rosita	Podání žádosti: 29-11-2011	–	OP - Žadatel: 158 Udržovatel: 158

Příprava půdy a setí

V mnoha zemích se výsevek pohybuje mezi 35 a 40 kg.ha⁻¹. Ačkoliv pohanka dokáže dobře využít volný prostor větvením, je vyšší výsevek zárukou lepší konkurence vůči plevelům. Vyšší výsevek do 80 kg.ha⁻¹ se využívá pro dosažení dřívější zralosti (rostliny nevětví a tím dozrávají jednotněji), anebo v oblastech, kde se pěstuje pohanka pod závlahou např. Nepál (Kreft, 2001). Předseťová příprava se provádí podobně jako u jiných jarních obilnin. Nejdůležitější při pěstování pohanky je výsev do odpleveleného pozemku. V pozdějších fázích je velmi dobrým konkurentem plevelů. Termín výsevu se volí tak, aby pohanka vzcházela po odeznění jarních mrazíků, protože mráz ji poškozuje. Po výsevu je vhodné rozrušovat půdní škraloup. Šířka řádků se volí podle zvolené odrůdy, nejčastěji ale 20 – 25 cm, při plánované kultivaci v meziřadí se doporučuje i 25 – 45 cm mezi řádky. Při meziřádkové vzdálenosti 12,5 cm pohanka tolik nevětví a dozrává stejnoměrněji. Výsevek se volí obvykle 100 až 300 klíčivých nažek na 1 m². Při pěstování pohanky v horších podmínkách je obvyklý vyšší výsevek. Výsev je obvykle 3 – 5 cm, kdy větší hloubku volíme v sušších podmínkách. Je potřeba dbát na to,

¹ Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Slovensko

² MORSEVA, spol. s r.o.

³ OSEVA PRO s.r.o.



aby nebylo seto příliš mělko, klíčky by mohly zaschnout nebo by nažky mohly být vyzobány ptactvem. Širokořádkové založení se doporučuje také pro semenářské porosty.

Na svažitých pozemcích je doporučováno vysévat pohanku do úzkých řádků z důvodu prevence eroze. Na silně erozně ohrožených půdách se dle nařízení GAEC⁴ nesmí pěstovat širokořádkové plodiny, což platí i pro pohanku setou do řádků 45 cm vzdálených.

Tabulka 3: Vybrané parametry, hodnocené u kolekce pohanky obecné v genové bance VURV, v.v.i.

	Min.	Max.	Průměr	SD
Počet dnů od vzcházení do kvetení	23,0	41,0	29,9	3,2
Počet dnů od vzcházení do zralosti	95,0	137,0	122,6	6,5
HTN (g)	17,8	36,3	26,0	3,6
Výška rostlin (cm)	68,0	112,0	90,8	9,5

Regulace plevelů

Konkurenceschopnost pohanky proti plevelům je velmi silná. V odborné literatuře se objevují zmínky o alelopatických účincích kořenů pohanky na plevely jako např. *Portulaca oleracea*, *Chenopodium album*, *Amaranthus lividus* a *Echinochloa crus-galli* (Tominaga a Uezu, 1995). Přesto se nedoporučuje vysévat pohanku na pozemky silně zaplevelené vytrvalými plevely. Pohanku je lépe vysévat později do vyhřáté půdy, kdy má rychlý počáteční růst a plevelům uroste. Ve studené půdě se růst podstatně zpomaluje a hrozí riziko zaplevelení. Při pěstování v širokých řádcích se nabízí možnost plečkování, které mimo regulace plevelů rozrušuje půdní škraloup, na který je pohanka citlivá.

Regulace chorob a škůdců

Ačkoliv se většinou uvádí, že pohanka obecná nemá významnější choroby a škůdce, některé mohou způsobovat nižší výnosy. Napadení se projevuje jako

⁴ Dobrý zemědělský a environmentální stav



hniloby, skvrnitosti, deformace, chlorózy, mozaiky apod. Nejvýznamnější chorobou je peronospora (*Peronospora fagopyri* Elenev ex Jacz. & P.A. Jacz.). Projevuje se jako žlutavé skvrny s šedofialovými skvrnami na spodní straně listu. Napadené listy, ale i květy a nažky, opadávají. Další významnou mykózou je plíseň šedá (*Botryotinia fuckeliana* [teleom.] (de Bary) Whetzel, *Botrytis cinerea* [anam.] Pers.: Fr). Tato plíseň napadá rostliny v pozdějších růstových fázích. Napadené rostliny zastavují svůj růst a odumírají. Může snížit výnos až o 40 %. Nažky z napadených porostů mají nižší klíčivost (Kalinová, 2002; Janovská et al., 2008).

Ze škůdců je nejvýznamnější výskyt mšic, které mohou přenášet virózy. Při silném napadení mohou zastavit růst rostlin, tvorbu nažek a HTN je výrazně nižší.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Vzhledem k tomu, že pohanka nestejně dozrává; na rostlině je možné najít jak květy, tak zelené i zralé nažky současně; je těžké stanovit termín sklizně. Když je sklizeň opožděná, může docházet ke ztrátám na výnosu opadem, zejména v sušších oblastech.

Sklizeň je většinou jednofázová, ale v některých sušších oblastech se osvědčila dvoufázová sklizeň, kdy se porost poseče a následně po zavadnutí, které může být i několik dní, posbírá a vymlátí. Dvoufázová sklizeň není vhodná do vlhčích podmínek, kde pohanka velmi snadno plesniví. Sklizňová vlhkost se pohybuje od 14 do 16 %. Když je potřeba nažky dosušit, neměla by teplota přesahovat 43°C, nažky se potom špatně loupou a jsou křehké. Nažky jsou skladovány neloupané a loupou se před jejich použitím, čímž se předchází žluknutí. Vyloupané nažky je potřeba skladovat v dobře větratelných místnostech, protože velmi snadno přejímají cizí pachy, čímž se snižuje jejich kvalita.



V Tab. 4. jsou uvedeny výnosy a HTN odrůd Pyra a Špačinská 1, které byly pěstovány ve dvou různých systémech - ekologický a konvenční a ve dvou různých meziřádkových vzdálenostech. Pohanka setá do širokých řádků byla plečkována dle potřeby. Jak je z tabulky zřejmé, v jednotlivých letech byl vysoký vliv ročníku na výnos. Také HTN byla výrazně ovlivněná průběhem ročníku.

Tabulka 4: Hodnocení odrůd Pyra a Špačinská 1

Parametr		Výnos (t.ha ⁻¹)	HTN (g)
Rok	2007	4,18±0,52 ^c	27,50±0,85 ^a
	2008	3,34±0,56 ^b	27,50±0,85 ^a
	2009	2,14±0,43 ^a	29,22±0,96 ^b
Systém pěstování	Ekologický	3,32±0,99 ^b	28,23±1,23 ^b
	Konvenční	3,12±0,97 ^a	27,92±1,16 ^a
Odrůda	Pyra	3,05±0,90 ^a	28,22±1,11 ^b
	Špačinská 1	3,39±1,03 ^b	27,92±1,27 ^a
Meziřádková vzdálenost (cm)	12,5	3,17±0,99 ^a	27,92±1,43 ^a
	37,5	3,27±0,98 ^a	28,22±0,90 ^b

Při hodnocení 20 odrůd pohanky seté ve VÚRV v.v.i.v Praze - Ruzyni byl výnos nažek v rozmezí mezi 0,6 – 3,2 t.ha⁻¹, kde se jako nejproduktivnější projeví francouzské a japonské odrůdy s dlouhou vegetační dobou (135 – 145 dní) a relativně dlouhým stonkem (Michalová, 1998).

Výnosový potenciál pohanky je velmi vysoký. Na každé rostlině se může za příznivých podmínek vytvořit 400 – 1000 kvítků (Okrouhlá, 1993). Průměrná hmotnost tisíce nažek se pohybuje mezi 25 – 35 g, u tetraploidních odrůd i 40 g. Jefimenko a Barabaš (1990) ve svých pokusech zkoušeli využít větších nažek pro založení pokusu. Výnos byl o 0,3 t.ha⁻¹ vyšší. Výnosy jsou velmi kolísavé, pokud se pohanka pěstuje jako hlavní plodina, průměrné výnosy se pohybují v rozmezí 0,7 – 1,0 t.ha⁻¹ (Špaldoň, 1982).



Box 2: Agrotechnika pohanky obecné

Nároky na prostředí	Nemá speciální nároky, lze pěstovat i na chudších půdách. Snáší kyselé pH, ale více poutá těžké kovy.
Osevní postup	Na předplodinu není náročná, pouze vhodné pěstovat po plodině bez výskytů hádátka. Po luskovině vyšší výnos.
Výživa rostlin a hnojení	Živiny získává i z nepřístupných forem pro ostatní plodiny - např. fosfor. Při vyšší hladině dusíku je možné prodloužení vegetace.
Odrůdy	V ČR Špačinská 1, Pyra, Kara-dag, Jana, zahraniční Aelita, Kora apod.
Příprava půdy a setí	Příprava půdy jako pro ostatní jarní plodiny, důležité rozrušování půdního škraloupu v době vzcházení. Běžná příprava jako pro ostatní obilniny. 100 až 300 klíčivých nažek na 1 m ² .
Regulace plevelů	Dobrá konkurenční schopnost hlavně k jednoletým plevelům.
Regulace chorob a škůdců	V České republice zatím pod hladinou ekonomické únosnosti.
Sklizet	Problematické stanovení termínu sklizně, obecně když jsou 2/3 porostu zralé. Nutno dosoušet a čistit.

Ekonomika pěstování a vize do budoucna

Ekonomika pěstování pohanky závisí víc než u ostatních plodin na podmínkách počasí v daném ročníku. Z našich pokusů i z literatury vyplývá, že faktor ročníku je významnější než různé intenzifikační nástroje jako výživa, předplodina apod. Přesto se pohanka jeví jako vhodný doplněk do osevních sledů a při nedostatku pohanky na světových trzích, jí lze prodat za velmi zajímavé ceny, převážně na východní trhy, kde je surovinou pro výrobu tradičních pokrmů. Ekonomicky zajímavou se ukazuje možnost spojení pěstování pohanky s včelařským provozem.

Kvalita produkce a zdravotní hledisko

Nažky obsahují od 10,5 do 15 % bílkovin, které jsou významné obsahem cytoplasmatických bílkovin (albuminy a globuliny) a minimálním obsahem prolaminů. Tato skladba je podobná bílkovinnému komplexu luskovin a z hlediska minimálního zastoupení glutelinových bílkovin je pohanka vhodná i pro celiaky (Zeller, 2001; Michalová a Čejka, 1997). Obsah bílkovin ve zralém zrně je 13,8 %, v loupaných kroupách 16,4 %, v perikarpu 4 %, v endospermu 10,1 % a v embryu 55,9 % (Pomeranz a Robins, 1972). Složení aminokyselin v nažkách pohanky je vyšší než u obilovin, někteří autoři dokonce toto složení připodobňují obsahu aminokyselin v luskovinách (Karlubík et al., 1997; Campbell, 1997). Celkem pohanka obsahuje 18 různých aminokyselin. Významné jsou zejména obsahy lysinu, metioninu, argininu a kyseliny asparagové (Gabrovská et al., 2003).



Obsah škrobu je v rozmezí od 55 – 70 % v sušině nažek (Javorník et al., 1981). Škrob obsahuje poměrně velké množství amylozy (42 – 52 %). Je to dvakrát vyšší hodnota než u pšenice a ječmene. Vysoký obsah amylozy má významný vliv na fyzikálně-chemické vlastnosti škrobu a jeho reakci na působení tepla a vody. Pohankový škrob je snadno stravitelný (Michalová a Čejka, 1997). Zbývající frakce škrobu - pomalu stravitelný a rezistentní škrob, má podobné účinky jako vláknina, proto může být nutričně důležitý pro diabetiky - zplošťuje glykemickou křivku (Kalinová, 2002). Nažky jsou i cenným zdrojem minerálních látek. Vyznačují se vysokým obsahem fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku a železa (Aufhammer, 2000; Campbell, 1997). Pohanka je také dobrým zdrojem manganu, zinku a mědi (Aufhammer, 2000). Dále jsou nažky významným zdrojem vitamínů skupiny B (hlavně B1 a B2) a vitamínu E (Grubben a Siemonsma, 1996).

Celá rostlina je zdrojem bioflavonoidu rutinu. Jeho obsah se liší v závislosti na části rostliny a na odrůdě ale také na podmínkách prostředí. V pokusech ve VURV, v.v.i. v Praze - Ruzyni byl nejvyšší obsah nalezen v listech, nejnižší v kořenech, jak je vidět v Tab. 5. Obecně se jeho obsah v nažkách udává 14,5 – 18,5 mg.100 g⁻¹ sušiny (Campbell, 1997).

U rutinu byly prokázány antikarcinogenní a antimutagenní účinky v souvislosti s jejich antioxidantními schopnostmi. Příznivě ovlivňuje pružnost cév a permeabilitu cévních kapilár, čímž se podílí na snižování krevního tlaku (Kreft, 2001). Rostlina pohanky také obsahuje resveratrol, kterému je přičítán účinek červeného vína. Resveratrol snižuje krevní tlak, zabraňuje shlukování krevních destiček a oxidační stres. Také byl prokázán jeho efekt v prevenci proti rakovině tlustého střeva (Li et al., 2012; Juana et al., 2012).



Tabulka 5: Obsah polyfenolických látek v jednotlivých částech pohanky, průměr pěti odrůd

Fáze růstu a vývoje		Antioxidační aktivita (ekv. kys. gallové mg.g ⁻¹ sušiny)	lutein (μg.g ⁻¹ sušiny)	karoten (μg.g ⁻¹ sušiny)	rutin (mg.g ⁻¹ sušiny)	kemferol (mg.g ⁻¹ sušiny)	quercetin (mg.g ⁻¹ sušiny)
v plném květu	Kořeny	7,29	15,35	1,94	6,63	0,02	0,28
	Květy	15,49	74,13	17,16	74,08	0,28	0,72
	Stonky	3,08	35,79	7,35	33,41	0,00	0,24
	Listy	12,90	842,76	239,88	117,52	1,28	0,97
před květem		7,47	563,43	128,83	2,21	0,01	0,35
zralé nažky		5,57	4,13	1,59	0,59	0,01	1,09

Box 3: Kvalita pohanky obecné

Bílkoviny	Bílkovinný komplex podobný luskovinnému, neobsahuje lepek, vhodné pro celiaky.
Škrob	Rezistentní škrob působí ve střevě jako vláknina, prevence rakoviny tlustého střeva.
Minerální látky	Významným zdrojem Fe, P, K, Zn, Ca, Mg, Mn, Cu.
Vitamíny	Vysoký obsah vitaminů skupiny B a vitaminu E.
Rutin	Bioflavonoid příznivě ovlivňující pružnost cév a permeabilitu cévních kapilár, čímž se podílí na snižování krevního tlaku.



Citovaná literatura

- Aufhammer, W. (2000): Pseudogetreidearten - Buchweizen, Reismelde und Amarant. Herkunft, Nutzung und Anbau. Stuttgart, Ulmer, pp. 93-95.
- Campbell, C. G. (1997): Buckwheat. *Fagopyrum esculentum* Moench. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 19. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Edwardson, S. (1996): Buckwheat: Pseudocereal and Nutraceutical. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 195-207.
- FAO. (2012): Production database. Dostupné na URL: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [8-3-2012]
- Fryš, F. (1991): Pěstování pohanky ve Východočeském kraji. Pohánka siata - významný zdroj biopotravin. Sborník. Výzkumný ústav lúk a pasienkov, Bánska Bystrica, Nitra, pp. 36-46.
- Gabrovská, D., Fiedlerová, V., Holasová, M., Mašková, E., Ouhračková, J., Rysová, J., Winterová, R., Michalová, A. (2003): Nutriční kvalita minoritních obilovin a pseudoobilovin. Výzkum minoritních obilnin v ČR a jejich uplatnění v lidské výživě. Sborník referátů a posterů z odborné konference. VÚRV Ruzyně, Praha, pp. 19-23.
- Grubben, G. J. H., Siemonsma, S. S. (1996): *Fagopyrum esculentum* Moench. Plant Resources of South-East Asia, No 10. Cereals. Backhuys Publisher, pp. 95-99.
- Hagels, H., Wagenbreth, D., Schilcher, H. (1995): Phenolic compounds of buckwheat herb influence of plant and agricultural factors. Buckwheat Research. VI. International Symposium on Buckwheat. Ina, Japan, pp. 801-809.
- Haragsim, O. (2008): Včelařské byliny. Grada Publishing, Edice Česká zahrada, 124 p
- Janovská, D., Kalinová, J., Michalová, A. (2008): Metodika pěstování pohanky obecné. VURV.
- Javornik B., Eggum B., Kreft I. (1981): Studies on protein fraction and protein duality of buckwheat. *Genetika* 13: 115-121.
- Jefimenko, D., Barabaš G. I. (1990): Grečicha. Moskva, Agromizdat, pp. 51-56.
- Juana, E. M., Alfarasa, J., Planas, J. M. (2012): Colorectal cancer chemoprevention by trans-resveratrol. *Pharmacological Research* 65: 584-591.
- Kalinová, J. (2002): Porovnání produkčních schopností a kvality pohanky a prosa. Disertační práce. Zemědělská fakulta, Jihočeská zemědělská univerzita v Českých Budějovicích.
- Karlubík, M., Michalík, I., Urmínská, D. (1997): Obsah aminokyslin a biologická hodnota bílkovin zrna pohánky v porovnání s jinými plodinami. *Acta zootechnica* 53: 97-105.
- Kreft, I. (2001): Origin and spread of buckwheat. *Advances in Buckwheat Research* (I). Proceedings of the VIII International Symposium on Buckwheat, Kangwon National University, Chunchon, Korea, pp. 361.
- Kreft, I., Jin Chang, K., Soon Choi, Y., Ho Park, C. (2003): Ethobotany of buckwheat. Jinsol Publishing Co. Soul, South Korea.



- Li, H., Xia, N., Förstermann, U. (2012): Cardiovascular effects and molecular targets of resveratrol. *Nitric Oxide* 26: 102-110.
- Michalová, A. (1994): Pohanka siata. Rozšíření maloobjemových plodin pro potravinářské a technické využití ke zvýšení rentability rostlinné výroby. Odbor genetiky a šlechtění. VÚRV Praha-Ruzyně, pp. 93-100.
- Michalová, A. (1998): Variability of selected characteristics in set of buckwheat, millet and amaranth; selection of perspective genotypes and comparison of their nutritive value. *Research Reports. Bitech. Faculty. University of Ljubljana* 71: 115-125.
- Michalová, A., Čejka, L. (1997): Hodnocení nutriční hodnoty u vybraných genotypů pohanky. Pohanka setá - význam ve zdravé výživě, výzkum, pěstování, zpracování a tržní realizace. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha - Ruzyně, pp. 26-35.
- Michalová, A., Vala, M., Škeřík, J. (2002): Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Metodika pěstování v ekologickém zemědělství. Praha.
- Okrouhlá, M. (1993): Pěstování pohanky seté. Rostlinná výroba. Studijní zpráva. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Petr, J. (1990): Biologie a pěstování pohanky. Pohanka siata (*Fagopyrum esculentum* Moench). Zborník přednášek z celostátní konference. Bánská Bystrica, pp. 6-11.
- Petr, J. (1995): Základy pěstování pohanky a prosa. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze.
- Petr, J., Škeřík, J. (1997): Pohanka - konvenční a ekologické pěstování. Sborník referátů z odborné konference s mezinárodní účastí. VÚRV Ruzyně, Odbor Genové banky a šlechtění, Praha, pp. 47-57.
- Podolska, G., Podolski, B. (2004): Yield, Yield Components and Fruit Quality of Buckwheat Response to Soils Conditions and Cultivars. IX International Symposium on Buckwheat, Prague, pp. 509-514.
- Pomeranz, Y., Robbins, G. S. (1972): Amino acid composition of buckwheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 20: 270-274.
- Špaldoň, E. et al. (1982): Rostlinná výroba. Příroda, Bratislava, pp. 228-230.
- Tominaga, T., Uezu, T. (1995): Weed Suppression by Buckwheat Current Advances in Buckwheat Research. pp. 693-697
- UKZUZ. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. (2012): Dostupné na URL <http://www.ukzuz.cz/> [5-4-2012]
- Zeller, F. J. (2001): Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench): Nutzung, Genetik, Züchtung. *Die Bodenkultur* 52(8): 259-276.
- Zhang, Z., Wang, Z., Zhao, Z. (2003): Traditional buckwheat growing and utilization in China. In: Kreft et al. (eds.). *Ethnobotany of buckwheat*. Jinsol Publishing Co. Seoul, South Korea.



Kapitola 7.

Proso (*Panicum miliaceum* L.)

Martin Káš¹ a Dagmar Janovská²

¹Oddělení pěstitelských technologií, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507,
161 06 Praha 6 – Ruzyně, Česká Republika

e-mail: kas@vurv.cz

²Oddělení genové banky, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507

161 06 Praha 6 - Ruzyně

e-mail: janovska@vurv.cz

Abstract:

Proso millet is one the oldest grown cereal species. Firstly, proso millet caryopses make up part of the human diet. However, they may be also used as fodder material; poultry and exotic birds are fed with them. Proso millet straw is used as volumed fodder material. Although proso millet is becoming a more and more attractive cereal species from the point of view of its nutritive value in particular, it is also an

undemanding cereal species, which makes it interesting as well. Proso millet represents a very limited part of Czech fields. It is not seriously affected by any diseases or pests.

Key words:

Proso millet, organic farming, quality of production

Abstrakt:

Proso je jednou z nejdéle pěstovaných obilnin. Obilky se využívají především pro lidskou výživu; využitelné jsou i jako krmivo pro drůbež a okrasné ptactvo. Sláma prosa se používá jako objemové krmivo. Ačkoliv zájem o tuto plodinu roste hlavně z hlediska výživového, je i vyhledávanou plodinou z důvodu nená-

ročnosti na pěstování. Z důvodu malého zastoupení prosa na našich polích není významně napadáno chorobami a škůdci.

Klíčová slova:

proso seté, ekologické pěstování, kvalita produkce



Úvod

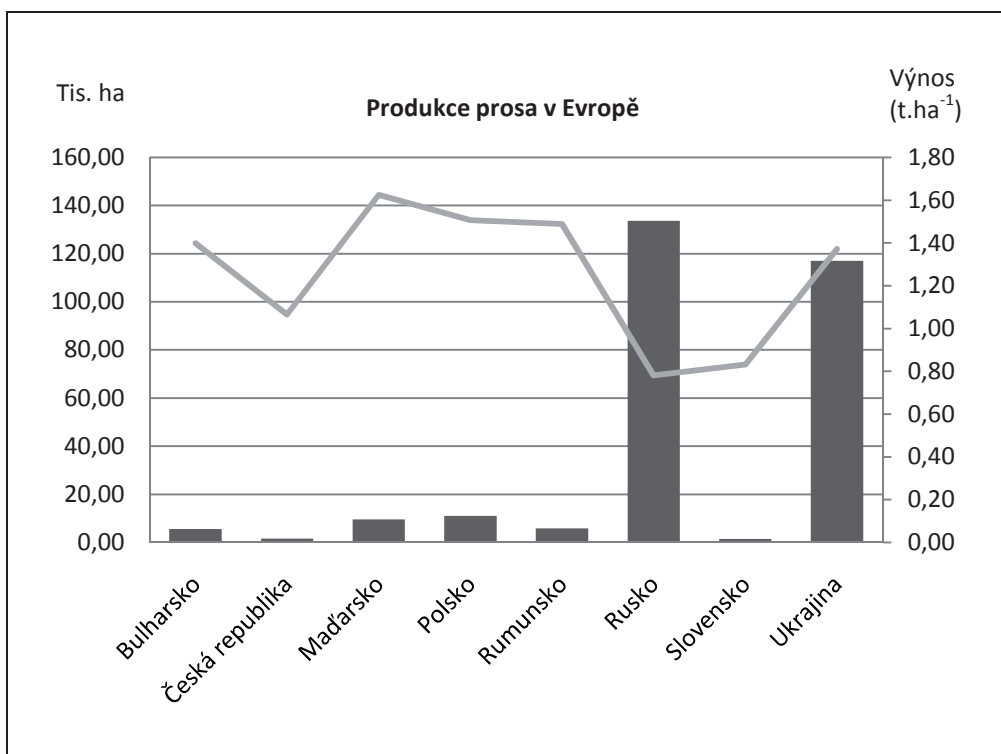
Proso je jednou z nejdéle pěstovaných obilnin, jeho domestikace proběhla pravděpodobně dříve než u pšenice (Baltensperger, 1996). První stopy pěstování pochází z pozdního neolitu ze severozápadních oblastí Číny (Lee et al., 2007). Proso bylo dokonce zařazeno čínským mytickým císařem Shen Nungem, který je nazýván Božským zemědělcem nebo také Bohem pěti plodin, mezi pět základních plodin spolu s rýží, sójou, bérém a pšenicí (Jiantang, 2012). Z Číny se proso šířilo po obchodních stezkách do Indie, a odtud dále na západ. Podle dochovaných záznamů bylo pěstováno i ve Visutých zahradách královny Semiramis v Babylónu (Becker, 1992). Do Střední a Západní Evropy se proso dostalo v době stěhování národů. V Evropě byly nejstarší nálezy datovány do období 17. století před Kristem a to v oblastech, které byli obývány slovanskými národy (Dendy, 1995; Jacob et al., 2008). V průběhu staletí se pěstování prosa rozšířilo po celé Evropě. Karel Veliký (kolem roku 800) dokonce ustanovil proso jako postní pokrm. Protože vyžadovalo čisté, nezaplevelené půdy, stala se z něho v průběhu středověku velmi drahá obilnina, mnohem dražší než pšenice (Beranová a Kubačák, 2010). Proso bylo využíváno zejména k přípravě kaší. Postupně jeho využívání klesalo, protože bylo v jídelníčku nahrazováno bramborami, kukuřicí apod. a měnila se i skladba potravin. Kašovitě pokrmy byly nahrazovány pečivem z bílé mouky, která byla stále dostupnější (Jirásek, 1958; Magness et al., 1971).

V současné době se pěstuje hlavně pro lidskou výživu zejména ve Slovanských státech. Největší producentem v Evropě je Rusko a Ukrajina (Graf 1). Celosvětově se produkce prosa sleduje souhrnně za všechny druhy, které se do této skupiny řadí. Nejrozšířenějším druhem prosa je perlové proso, které je rozšířené v aridních oblastech Afriky a Asie. V mírném pásu je nejpěstovanějším druhem proso seté (Tab. 1).

Tabulka 1: Relativní důležitost jednotlivých druhů prosa v % (FAO, 1995)

Země	perlové proso (<i>Pennisetum glaucum</i> R. Br.)	prstové proso (<i>Eleusine coracana</i> (L.) Gaertn.)	proso seté (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	bér vlašský (<i>Setaria italica</i> (L.) Beauv.)	ostatní
Svět	52	12	14	18	4
Rozvojové země	55	12	9	20	4
Rozvinuté země	1	0	98	1	0



Graf 1: Produkce prosa v Evropě (FAOSTAT, 2012)

Využití prosa

Proso seté je využíváno různým způsobem. Ve Východní Evropě je nejvýznamnější využití ve výživě člověka. Loupané obilky (jáhly), se upravují na mouku a krupici (Holubová, 1989). Z mouky se připravuje kaše, přidává se do pečiva, chlebů apod. Po zkvašení se z ní vyrábí likéry či víno. Zrno se také využívá jako výborné krmivo pro drůbež a exotické ptactvo. Ke krmeným účelům se používá i sláma, která ale nemá velkou kvalitu.

Proso lze také využít jako komponent do časně setých směsí meziplodin (Brant et al., 2008). Jako strnisková meziplodina vysetá po polovině srpna se proso ve srovnání s jinými druhy příliš neosvědčilo především z důvodu citlivosti na nízké teploty. Mladé rostlinky zastavují růst již při 5°C a při -2°C hynou. Přesto byl v našich pokusech na stanovišti Troubsko u Brna dosažen výnos čerstvé hmoty 1,4 t.ha⁻¹ (Vach et al., 2009).



V USA testovali proso i jako zdroj etanolu. Devin a Santra (2013) hodnotili 13 odrůd prosa využitelných pro fermentaci etanolu ze zrna. Z jejich výsledků vyplývá, že obsah získaného etanolu je porovnatelný s obsahem kontrolních odrůd kukuřice.

Tabulka 2a: Výnosové prvky pěstovaných odrůd prosa

Odrůda	Výška (cm)	Počet odnoží na rostlinu	HTS (g)
Lipetskoe 19	113,16±20,25ab	2,05±1,19a	6,99±0,24d
Kharkovskoe 57	121,25±15,78c	1,79±0,96a	6,66±0,38c
Toldanskoe 21	118,33±13,35bc	1,91±1,12a	6,35±0,46b
Veselopodolianskoe 375	106,75±14,61a	1,92±1,13a	6,36±0,15bc
Veselopodolianskoe 38	116,58±12,85bc	1,78±0,93a	6,10±0,35ab
Hanácká mana	134,83±16,93d	1,75±0,61a	5,85±0,14a
<i>Hodnoty jsou průměrem tří let. Rozdílná písmena značí statisticky průkazné rozdíly mezi hodnocenými soubory.</i>			

Tabulka 3b: Výnosové prvky pěstovaných odrůd prosa

Odrůda	HI	Teoretický výnos (t.ha ⁻¹)	Výnos (t.ha ⁻¹)
Lipetskoe 19	0,50±0,03c	7,71±3,93ab	5,59±1,46b
Kharkovskoe 57	0,49±0,06bc	7,73±3,45ab	5,50±1,58b
Toldanskoe 21	0,45±0,05b	7,84±3,84ab	5,92±1,05b
Veselopodolianskoe 375	0,48±0,03bc	7,35±3,14ab	5,76±1,44b
Veselopodolianskoe 38	0,49±0,03bc	8,29±4,22b	6,16±1,12b
Hanácká mana	0,35±0,08a	6,11±4,64a	4,60±0,70a
<i>Hodnoty jsou průměrem tří let. Rozdílná písmena značí statisticky průkazné rozdíly mezi hodnocenými soubory.</i>			

Fylogenetický vývoj

Proso seté (*Panicum miliaceum* L.) je jednoletá tráva z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) tribu *Panicaceae*. Do rodu *Panicum* L. patří více než 500 druhů, ze kterých je nejvýznamnější proso seté (*Panicum miliaceum* L.). Proso řadíme do obilnin 2. skupiny. Je to jednoletý druh jarního charakteru (Janovská et al., 2008). Kořen prosa je svazčitý. Největší část kořenů se nachází v hloubce 15 až 30 cm; mohou dorůstat i hloubky 120 cm (Blumenthal a Baltensperger, 2002). Z odnožovacího uzlu vyrůstají adventivní kořeny, které umožňují rostlinám využívat živiny i v chudších půdách. Může vytvořit až 20 odnoží. Stéblo je vzpřímené, ve střední a spodní části duté a ochlupené, v horní lysé a vyplněné dřevem, dělené na články (5 až 7); průměrně dorůstající výšky 30 až 90 cm; může ale dosahovat výšky až 150 cm (Reddy et al., 2007). Rostlina prosa vyniká poměrně bohatým olistěním, které si uchovává zelené velmi dlouho, ve většině případů až do sklizně (Moudrý et al., 2005). Proso je rostlinou typu C4 a umí velmi dobře hospodařit s vodou. Hodnota



transpiračního koeficientu se uvádí kolem 300 (Čvančara, 1962). V pokusech Andersona (2010) vykázalo proso o 24 % vyšší efektivnost ve využití vody ve srovnání s kukuřicí. Květenstvím je větvená lata (Obr. 3) dlouhá 14 až 30 cm s 10 až 40 větvemi (Moudrý et al., 2005; Reddy et al., 2007), kvítky dvoukvěté, kdy jeden je sterilní a druhý fertilní (Moudrý et al., 2005). Proso je samosprašné, ale může být i fakultativně cizosprašné do 10 % (Baltensperger, 1996). Obilka je kulatá, vejčitá nebo protáhlá, zcela obalená pluchou a pluškou. Barva se liší podle odrůdy, může být ale od smetanově bílé přes červenou, hnědavě červenou přes hnědou až po černou. Hmotnost tisíce zrn se pohybuje v rozmezí 3 až 8 g. Pluchatost je 12 až 26 %; nejnižší je u bělozrných odrůd, které jsou i nejlépe loupatelné (Janovská et al., 2008). V našich pokusech se pluchatost pohybovala v rozmezí od 13 do 19 % v závislosti na barevnosti obilek, kdy nejvyšší byla u šedě zbarvených a nejnižší u krémových. Hmotnost tisíce semen (HTS) se u hodnocených genetických zdrojů prosa pohybuje v rozmezí 4 a 7 g. V literatuře se objevují hodnoty i přes 8 g (FAO, 1995).

Obrázek 2: Základní typy květenství prosa setého (IBPGR, 1985)



Box 1: Historie pěstování prosa setého

Původ a rozšíření

Původem z jižní Číny, odtud rozšířeno do celého světa.



Pěstování v ekologickém zemědělství

Nároky na prostředí

Proso je teplomilnou a suchovzdornou plodinou. Má velmi krátkou vegetační dobu. Rostliny jsou citlivé k chladu a při teplotách pod 0 °C zmrznou. Proso nemá velké nároky na půdu. Zcela nevhodné jsou pro jeho pěstování půdy těžké a zamokřené. Vzhledem ke snížené konkurenceschopnosti vůči plevelům na počátku vegetace jsou zcela nevhodné také půdy silně zaplevelené.

Zařazení v osevním postupu

Proso se vyznačuje malými nároky na půdu, vysokou přizpůsobivostí podmínkám prostředí a krátkou vegetační dobou. V osevních cyklech proto bývá často využíván jako doběrná plodina před organickým hnojením. Jako hlavní plodina není náročné na zařazení do osevního postupu, pokud jde o půdu nezaplevelenou a s dostatkem přístupných živin ve staré síle. Proso je velmi dobrou krycí plodinou pro jeteloviny (Špaldoň et al., 1986). Prosa však lze využít i v případě náhrady za silně poškozené ozimy (Baltensperger et al., 1995). Krátké vegetační doby prosa se také dříve využívalo při obsetí porostu okopanin na souvratích. Proso bývá v tomto případě zaseto až po poslední proorávce před zapojením porostu okopanin a sklízí se zpravidla do poloviny září, tedy ještě před sklizní hlavní plodiny. Tuto praxi dokládá i česká lidová píseň „Sil jsem proso na souvrati“.

Může se pěstovat i jako druhá plodina v roce po brzo sklizených předplodinách, raných bramborách, ozimých směškách, příp. po ozimém ječmeni. Kvalita jáhel z této pozdní sklizně (jejich velikost) se již nehodí k potravinářským účelům, ale spíše ke krmení exotických ptáků (Petr et al., 2008).

Z našich pokusů vlivu předplodiny na některé fenologické, morfologické a výnosové prvky vyplývá, že zvolená předplodina měla vliv pouze na počet dní od vzházení do metání a na délku laty. U ostatních parametrů byly rozdíly statisticky neprůkazné (Tab. 3).



Tabulka 4a: Vliv předplodiny a ročníku na výnos a dynamiku růstu prosa

Parametr	Počet dní od vzcházení do metání	Počet dní od vzcházení do zralosti	Délka laty (cm)
Ekologické	44,48±5,70a	113,67±3,00a	24,75±3,41b
Konvenční	50,83±9,87b	113,71±3,00a	23,98±4,43a
2009	55,15±5,55b	110,77±0,63a	23,77±3,74a
2010	40,17±2,27a	116,60±0,49b	24,96±4,09b
Hořčice	46,67±8,69a	113,71±3,07a	23,71±3,71a
Svazenka	48,00±8,93b	113,63±2,99a	24,33±3,81a
LOS	47,88±8,69ab	113,75±3,04a	24,63±4,40a
Úhor	48,08±8,69b	113,67±3,03a	24,79±4,00a
Unikum	48,15±7,91b	113,69±3,02a	27,60±2,63b
Gorlinka	47,17±9,36a	113,69±2,98a	21,13±1,77a

Rozdílná písmena značí statisticky průkazné rozdíly mezi hodnocenými soubory.

Tabulka 5b: Vliv předplodiny a ročníku na výnos a dynamiku růstu prosa

Parametr	Výška stébla (cm)	HTS (g)	Výnos (t.ha ⁻¹)
Ekologické	113,63±7,36b	7,36±1,10b	4,09±0,93b
Konvenční	89,48±19,79a	7,02±1,25a	2,51±1,23a
2009	95,21±22,54a	7,40±0,99b	3,14±1,29a
2010	107,90±12,38b	6,97±1,33a	3,46±1,39a
Hořčice	98,38±19,36a	7,20±1,08a	3,12±1,33a
Svazenka	102,17±18,60ab	7,21±1,10a	3,62±1,41a
LOS	101,25±20,80ab	7,21±1,26a	3,40±1,39a
Úhor	104,42±18,62b	7,12±1,35a	3,05±1,25a
Unikum	110,40±14,15b	6,09±0,52a	3,64±1,34b
Gorlinka	92,71±19,59a	8,29±0,29b	2,96±1,28a

Rozdílná písmena značí statisticky průkazné rozdíly mezi hodnocenými soubory.

Výživa rostlin a hnojení

Proso je z hlediska výživy nenáročnou plodinou na přímé hnojení a z tohoto důvodu je vhodná do systémů ekologického zemědělství (Moudrý et al., 2005). Přesto pro získání dobrého výnosu zrna vyžaduje dostatek živin ve staré půdní zásobě. Pro ekologické zemědělství obzvlášť platí, že hnojíme půdu, ne rostliny. Organickým hnojením podporujeme biologickou aktivitu půdy, která je základem její úrodnosti. Biologická aktivita udržuje živiny v přístupných formách a pomáhá rostlinám osvojovat živiny i z méně přístupných sloučenin (Šarapatka a Urban, 2006). Proso roste v nejteplejším období roku, kdy díky vysokým teplotám probíhá v půdě nejvíce biologických pochodů včetně mineralizace. Základní předpoklady dostatečné výživy prosa tedy jsou dostatek živin v půdě uložených v organických vazbách, příznivý poměr C:N, slabě kyselé až neutrální pH půdy a vysokou biologickou aktivitou půdy. Při pH vyšších než 7,8 se mohou objevovat na listech chlorózy z nedostatku železa (Baltensperger, 1996).



Nároky na dusík jsou u prosa vyšší, je-li pěstováno po jiné plodině v rámci jednoho roku. Hnojení sírou a jinými mikroelementy nevedlo ke zvýšení produkce (Blumenthal a Baltensperger, 2002). Odběr živin na 1 t produkce zrna byly podle různých autorů v rozmezích 30 – 32 kg N, 13 – 14 kg P₂O₅, 20 – 42 kg K₂O a 10 – 13 CaO (Moudrý et al., 2005).

Odrůdy

V ČR jsou nejčastěji pěstovány odrůdy Hanácká mana a Unikum. Obě odrůdy však již byly restringovány a v současné době není v seznamu odrůd ÚKZUZ uvedena žádná odrůda, ačkoliv obě odrůdy se ještě objevily v nabídce pro výsev na jaře 2012. V Rakousku jsou k dispozici odrůdy Kornberger Mittelfrühe a Lisa.

Příprava půdy a setí

Termín výsevu prosa je třeba správně načasovat, neboť při příliš časném vysetí hrozí riziko zmrznutí vzcházejících rostlin pozdními jarními mrazíky, pozdní výsevy zase bývají ohroženy suchem. Výsev bývá proveden nejdříve koncem dubna, častěji však v první polovině května. Proso bývá vyséváno nejčastěji běžnými secími stroji na řádkovou vzdálenost 12,5 cm do hloubky 3 – 4 cm. Proso je možné také vysévat do širokých řádků a během vegetace plečkovat. Úzkořádkové porosty poskytují díky většímu počtu rostlin na ploše vyšší výnos a jsou vhodnější i pro potlačení plevelů (Kalinová, 2002). Obvyklý výsevek se pohybuje v rozmezí 3 – 3,5 MKS na ha, což odpovídá 20 – 22 kg.ha⁻¹. Při pozdních výsevech je nutné výsevek zvýšit na 4 miliony klíčivých semen na hektar (Špaldoň et al., 1986). V případě silného zaplevelení v době vzcházení prosa je doporučováno v porostu zasetém na 12,5 cm, každý druhý řádek vyplečkovat (Moudrý et al., 2005). Touto operací se také podpoří mineralizace organické hmoty v půdě a zpřístupní se živiny, převážně dusík, zabudovaný v organických vazbách v půdě (Stevenson, 1994).

Tabulka 6: Vybrané parametry, hodnocené u kolekce prosa setého v genové bance VURV, v.v.i.

Parametr	Min.	Max.	Průměr	Směrodatná odchylka
Počet dnů od vzcházení do metání	33	79	50,86	8,23
Počet dnů od vzcházení do zralosti	71	123	94,15	11,05
HTS (g)	4,07	7,15	5,56	0,66
Délka laty (cm)	15	38	27,13	4,46
Výška rostlin (cm)	58	131	98,26	14,63



Regulace plevelů

Proso není kompetitivní vůči plevelům do zapojení porostu (Baltensperger, 1996). Základním prvkem ochrany prosa před zaplevelením je kvalitní podzimní orba a dvoufázová příprava půdy. Brzy na jaře je třeba strhnout brázdu a nechat vzejít plevele. Předseťovou přípravou je následně pozemek odplevelen. Po zakořenění je možné vláčení po řádcích prosa, porosty seté do širokých řádků se plečkují. Dobře zapojený porost prosa dokáže do značné míry plevelům konkurovat. Výdrol prosa se v následujících letech může stát urputným plevem. Nejproblematictějšími plevele bývají většinou letní širokolisté plevele jako laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.), merlík bílý (*Chenopodium album* L.) a vytrvalé plevele (Baker, 2003). Pozemky zaplevelené vytrvalými plevele nejsou vhodné pro výsev prosa.

Regulace chorob a škůdců

Nejvýznamnější chorobou je sněť prosová (*Ustilago destruens* Schltdl.), proti které je v konvenčním systému hospodaření nejvýhodnější moření (Janovská et al., 2008). Dále se na prosu vyskytují bakteriální proužkovitost (způsobená bakterií *Pseudomonas syringae* pv. *panici*) a spála (na jejímž rozšíření se podílejí patogeny *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Phoma*, *Ascochyta*) (Špaldoň et al., 1986).

Proso je v naší oblasti zřídka napadáno škůdci. Nejvýznamnějším škůdcem je podobně jako u kukuřice zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). V jižních oblastech, kde je proso více rozšířeno, mohou být škůdci sarančata (Baltensperger, 1995; Baker, 2003). Z důvodu malého rozšíření a pěstování prosa na našich polích, není proso napadáno žádným škůdcem či chorobou, které by způsobovaly významnější ekonomické ztráty (Moudrý et al., 2005). V době dozrávání je proso velkým lákadlem pro ptactvo, kterým je významně navštěvováno, především v blízkosti intravilánů obcí. Jako ochranu lze použít různé plašiče na ptáky s různou účinností. Preventivní metodou je volba místa a velikosti pozemku.

Sklizení a posklizňové ošetření

Nejnáročnější operací u ekologického pěstování prosa je sklizeň (Moudrý et al., 2005). Proso dozrává nestejně a zrno snadno vypadává, proto je obtížné stanovit správný termín sklizně. Při opožděné sklizni jsou velké ztráty nejkvalitnějšího zrna. Při nerovnoměrném dozrávání nemůžeme čekat na úplné dozrání v celé latě. Nejvhodnější je sklízet tehdy, když je zrno ve střední části laty již vybarvené a je v žluté zralosti (Špaldoň et al., 1986). Porosty sklízíme žacími mlátičkami s prodlouženým žacím stolem. Pro sklizeň prosa je nutné přesně nastavit otáčky bubnu a zavřít vítr na vytrásadlech z důvodu omezení ztrát. Po



sklizni je nutné zrno vyčistit a dosušit na 14 % vlhkosti. Obilky prosa jsou velmi náchylné ke žluknutí, protože mají vysoký obsah tuku (Moudrý et al., 2005).

Box 2: Agrotechnika prosa setého

Nároky na prostředí	Teplomilná, suchovzdorná plodina s krátkou vegetační dobou; citlivá k chladu a mrazu; na půdu nenáročná.
Osevní postup	Nejvhodnější předplodinou zlepšující plodina jako např. okopaniny, luskoviny, jetel apod. Nejčastěji ale jako doběrná.
Výživa rostlin a hnojení	Poměrně malá schopnost příjmu živin, největší potřeba v období od odnožování do květu; snadněji poutá těžké kovy, potřeba udržovat neutrální pH vápněním.
Odrůdy	V ČR Unikum a Hanácká Mana, v Rakousku odrůdy Kornberger Mittelfrühe a Lisa.
Příprava půdy a setí	Podobně jako k ostatním pozdním jarním obilninám, nutno dostatečně odplevelit pozemek.
Regulace plevelů	Mechanická likvidace během vegetace.
Regulace chorob a škůdců	V našich podmínkách pod ekonomickým prahem škodlivosti.
Sklizeň	Problematické stanovení termínu sklizně, obecně když jsou 2/3 lat zralých. Nutno dosušet a čistit.

Ekonomika pěstování a vize do budoucna

Při dodržení pravidel je proso snadno pěstovatelná plodina s malými pěstitelskými riziky. Rozšíření osevních ploch je přímo závislé na ceně na trhu. Díky nízkému stupni prošlechtění nedosahuje proso výnosů srovnatelných s jinými obilninami, avšak náklady na založení, ošetřování a sklizeň jsou srovnatelné. Proso má však od ostatních obilnin řadu předností a jiné kulinářské využití. V „dvouúrodním“ systému může významně zvýšit příjem z jednotky plochy.

Kvalita produkce

Obilka prosa obsahuje 60 % škrobu, který je složen nejvíce z amylopektinu (73 %) a amylózy (24 %). Vyskytují se i odrůdy, hlavně v Číně, které amylózy obsahují do 5 % (Graybosch a Baltensperger, 2004). Obilky obsahují vysoký podíl nerozpustné vlákniny, která má protektivní funkce v tlustém střevě. Rozpustná vláknina napomáhá snižovat hladinu krevního cukru a cholesterolu (Ravi, 2004). Bílkovin obsahuje 12 %. Protože neobsahuje lepek, jsou jáhly vhodné pro bezlepkovou dietu. Obsah tuku se pohybuje kolem 6 %, který je největší částí tvořen nenasycenými mastnými kyselinami (80 %), které jsou vhodné pro výživu, ale způsobují rychlejší žluknutí a tím hořknutí jáhel (Fujino et al., 1996). Proso je také



velmi dobrým zdrojem minerálních látek, hlavně fosforu, draslíku, vápníku, sodíku a železa. Fosfor se může vyskytovat ve formě fytátů (0,17 až 0,47 %), které mohou zhoršovat příjem a absorpci některých jiných minerálních látek jako např. železa (Klopfenstein a Hosney, 1995). Také obsahují vysoké množství vitamínů skupiny B, vitamín E a karotenoidy (Serna-Saldivar a Rooney, 1995). Některé cenné látky obsažené v obilce prosa se nacházejí v obalové vrstvě obilky, která se při loupání odstraňuje. Semeno prosa obsahuje 440 mg/kg cholinu, což je vitamín B skupiny, který se však v jáhlech již nevyskytuje (Zeman, 1991).

Box 3: Kvalita prosa setého

Bílkoviny	Obsah 12 %, neobsahuje lepek a je proto vhodné pro bezlepkovou dietu.
Škrob	60 % škrobu, který je složen nejvíce z amylopektinu (73 %) a amylozy (24 %).
Minerální látky	Jáhly jsou zdrojem hlavně fosforu, draslíku, vápníku, sodíku a železa. Obsahují i fytáty, které mohou znepřístupnit některé přijímané prvky jako např. železo.
Vitamíny	Obsahuje vysoký podíl vitamínů skupiny B, vitamín E a karotenoidy.



Citovaná literatura

- Anderson, R. L. (2010): Synergism among crops to improve dryland crop production. *Biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture reviews* 5: 239-251.
- Baker, R. D. (2004): Millet Production (A-414). College of Agriculture and Home Economics Publication Catalogue, New Mexico State University. pp. 1-6.
- Baltensperger, D. D. (1996): Foxtail and proso millet, 182-190. In: J. Janick (Ed.), *Progress in New Crops*. Alexandria, VA: ASHS Press. pp. 182-190.
- Baltensperger, D., Lyon, D., Anderson, R., Holman, T., Stymiest, C., Shanahan, J., Nelson, L., De Boer, K., Hein, G., Krall, J. (1995): Producing and marketing proso millet in the high plains. Univ. Nebraska, Lincoln. pp. 95-137.
- Becker, R. (1992): Fatty acids in food cereals grains and grain products. In: C. K. Chow (Ed.), *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*. New York: Marcel Dekker II. Series: Food science and Technology. pp. 297-312.
- Beranová, M., Kubačák, A. (2010): Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě, Libri, p.74.
- Blumenthal, J. M., Baltensperger, D. D. (2002): Fertilizing Proso Millet. Nebraska Cooperative Extension G89-924-A [online]. [cit. 2012-09-22]. Dostupné na URL <<http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=151>>.
- Brant, V., Pivec, J., (2008): Voda In: Brant a kol.: Meziplodiny, Kurent s.r.o. 86 p.
- Čvančara, F. (1962): Zemědělská výroba v číslech, 1. díl, Státní zemědělské Nakladatelství. 157 p.
- Devin, R. J., Santra, D. K. (2013): Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) fermentation for fuel ethanol production. *Industrial Crops and Products* 43: 602-605.
- Dendy, D. A. V. (1995): *Sorghum* and the millets: production and importance. In: D. A. V. Dendy (Ed.), *Sorghum and Millets: Chemistry and Technology*. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists. pp. 11-27.
- FAO. (1995): *Sorghum and Millets in Human Nutrition*. Rome: FAO Food and Nutrition Series, No. 27.
- FAOSTAT. (2012). [cit 2012-20-09]. Dostupné na URL <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>.
- Fujino, Y., Kuwata, J., Mano, Y., Ohnishi, M. (1996): Other grain components. In: R. J. Henry and P. S. Kettlewell (Eds.), *Cereal Grain Quality*. London: Chapman & Hall. pp. 289-320.
- Graybosch, R., Baltensperger, D. (2004): Evaluation of the Waxy Endosperm Trait of Proso Millet. ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting Abstracts, CD-ROM No. 4188.
- Holubová, K. (1989): Obiloviny In: Valíček a kol.: Užitkové rostliny tropů a subtropů, Academia, pp. 83.
- IBPGR. (1985): Descriptors for *Panicum miliaceum* and *P. Sumatrense*. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, 18 p.
- Jacob, J., Disnar, J.-R., Arnaud, F., Chapron, E., Debret, M., Lallier-Verges, E., Desmet, M., Revel, M. (2008): Millet cultivation history in the French Alps



- as evidenced by a sedimentary molecule. *Journal of Archaeological Science* 35(3): 814-827.
- Janovská, D., Kalinová, J., Michalová, A. (2008): Metodika pěstování prosa setého v ekologickém a konvenčním zemědělství, Metodika pro praxi, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. a Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. 17 p.
- Jiantang, H. (2012): *Chinese Characters*. Tianjin Normal University, China. 3rd Edition. 168 p.
- Jirásek, V. (1958): *Rostliny na našem stole*. Orbis Praha. 625 p.
- Kalinová, J. (2002): Porovnání produkčních schopností a kvality pohanky a prosa, Disertační práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Klopfenstein, C. F., Hoseney, R. C. (1995): Nutritional properties of *sorghum* and the millets. In: A. V. Dendy (Ed.), *Sorghum and Millets: Chemistry and Technology*. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists. pp. 125-169.
- Lee, G. A., Crawford, G. W., Liu, L., Chen, X. (2007): Plants and people from the Early Neolithic to Shang periods in North China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(3): 1087-1092.
- Magness, J. R., Markle, G. M., Compton, C. C. (1971): Oats. In: *Food and Feed Crops of the United States*. Interregional Research Project IR-4, IR Bul. 1.
- Moudrý, J., Kalinová, J., Petr, J., Michalová, A. (2005): Pohanka a proso. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 206 p.
- Petr, J., Capouchová, I., Kalinová, J. (2008): Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství In: Prugar a kol.: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*, Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a.s. ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. 327 p.
- Ravi, S. F. (2004): Neglected millets that save the poor from starvation. *LEISA India* 6(1): 34-36.
- Reddy, V. G., Upadhyaya, H. D., Gowda, C. L. L. (2007): Morphological characterization of world's proso millet germplasm collection. *Journal of SAT Agricultural Research* 3(1): 4.
- Serna-Saldivar, S. O., Rooney, L. W. (1995): Structure and chemistry of *sorghum* and millets. In: D. A. V. Dendy (Ed.), *Sorghum and Millets: Chemistry and Technology*. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists. pp. 69-125.
- Stevenson, F. J. (1994): Organic Forms of Soil Nitrogen. In: *Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions*, 2nd ed., John Willey & Sons, Inc. p. 63.
- Šarapatka, B., Urban, J. (2006): Výživa rostlin a hnojení In: *Ekologické zemědělství v praxi*, Pro-Bio Svaz ekologických zemědělců. 334 p.
- Špaldoň, E. et al. (1986): *Rostlinná výroba*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 365 p.



- Vach, M., Haberle, J., Procházka, J., Procházková, B., Hermuth, J., Květoň, V., Káš, M., Javůrek, M., Svoboda, P., Dvořáček, V. (2009): Pěstování meziplodin - metodika pro praxi, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 36 p.
- Zeman, L. (1991): Katalog krmiv, vydal Michel Lysice.



Kapitola 8.

Laskavec (*Amaranthus* L.)

Jan Moudrý a Jiří Peterka

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05
České Budějovice, Česká Republika
e-mail: moudry@zf.jcu.cz

Abstract:

Origin, history and phytogenesis of amaranth, an alternative pseudo cereal species which has been imported from America, are briefly described in this chapter. Despite existing risks, this is an interesting and promising crop for the organic farming system. The following text summarizes requirements on the environment which amaranth may be grown in. Agro technology is emphasized in particular (establishment of a crop stand, treatment of a crop stand during the growing season and protection of a

crop stand against harmful agents). Requirements for harvest and postharvest treatment are also described in the text below. This chapter deals with the quality of harvested products and the use of harvested products as promising foodstuff. The economic aspects of growing amaranth are also highlighted.

Key words:

Amaranthus, growing, quality, organic farming

Abstrakt:

V kapitole jsou stručně charakterizovány původ a historie pěstování této z Ameriky introdukované alternativní pseudocereálie a její fylogeneze. I přes některá rizika se jedná o zajímavou plodinu pro pěstování v ekologickém zemědělství. V textu jsou shrnuty požadavky na prostředí. Důraz je kladen na agrotechniku, včetně založení porostů a jejich ošetřování během vegetace včetně regulace škodlivých činitelů. Předloženy jsou také požá-

davky na sklizeň a posklizňové ošetření. Kapitola se zabývá i kvalitou a využitím sklizeného produktu pro perspektivní potravinářské výrobky. Pozornost je věnována také ekonomickými aspektům pěstování amarantu.

Klíčová slova:

Amaranthus, pěstování, kvalita, ekologické zemědělství



Úvod

Laskavec (*Amaranthus sp.*) se zařazuje k nepravým obilninám (tzv. pseudocereáliím). Jeho semena mohou částečně nahradit obiloviny. Zájem o tuto plodinu vzrůstá nejen z důvodu, že je novou populární rostlinou, ale i proto že v posledních letech vystupuje do popředí problém alergií. Své uplatnění nachází ve výživě pacientů, kteří trpí celiakií a musí dodržovat bezlepkovou dietu. Listy mladých rostlin laskavce je možné využívat jako salátovou zeleninu, nadzemní fytomasu rostlin lze využít i ke krmení hospodářských zvířat či k výrobě energie.

Historie pěstování

Nejpravděpodobnější původ laskavce je na americkém kontinentu (Sauer, 1950; Sauer, 1977; Michalová, 1999). Semenné druhy laskavců byly domestikovány před 5 000 – 7 000 lety ve vysokých polohách hor tropické a subtropické Ameriky. Laskavec tak patří mezi nejstarší rostliny pěstované pro lidskou obživu. Největší produkce zrna byla dosahována ve Střední Americe v období Mayů a Aztéků. Před příchodem Španělů byl laskavec s produkcí 15 – 20 tisíc tun třetí nejrozšířenější plodinou za pěstovanou kukuřicí a fazolemi. Krvavě červená barva rostlin byla spojována s různými rituály. Po obsazení Mexika španělskými kolonizátory (1519) bylo pěstování laskavce zakázáno (Petr, 1997) a zachoval se pouze v hornatých oblastech Střední a Jižní Ameriky. Do oblasti Asie (Indie, Nepálu, Tibetu Číny), Evropy i Afriky byl laskavec introdukován. V současnosti se pěstuje ve Starém i Novém světě. Od poloviny 70. let 20. století získává laskavec pozornost jako nová plodina pro Severní Ameriku (Henderson et al., 1991). V roce 1996 dosáhly plochy pěstovaného laskavce v Rusku 100 tisíc ha s využitím pro krmné účely. Významnými producenty zrnového a zeleninového laskavce jsou Čína, Mexiko, Guatemala, Peru, Indie a Keňa (Jarošová et al., 1997). V Evropě se pěstuje kolem 1000 ha, z toho v Rakousku cca 100 ha, významnější plochy pěstování lze nalézt na Slovensku, v Maďarsku a v Itálii. V oblasti Středozemního moře je laskavec pěstován především jako salátová zelenina. Dnes je laskavec považován za plodinu 21. století. Rozšíření jeho pěstování do chudých krajin třetího světa může přispět k řešení problému hladu v těchto oblastech.



Fylogenetický vývoj

Rod laskavec (*Amaranthus* L.) patří do čeledi Laskavcovité (*Amaranthaceae*) a zahrnuje více než 65 rodů (Štefčíková et al., 1997) a okolo 900 druhů (Demko, 1997). Do nejvýznamnějšího rodu *Amaranthus* patří přibližně 250 druhů.

Pro produkci semen je nejvíce využíván druh *Amaranthus hybridus* L. ssp. *hypochondriacus* a *Amaranthus cruentus* L., naopak druhy *A. tricolor* L., *A. hybridus* L., *A. lividus* jsou využívány jako listová zelenina. Kulturní formy patří mezi jednoleté rostliny.

Box 1: Historie pěstování laskavce

Původ a rozšíření	střední Amerika.
Čas domestikace	Semenné druhy laskavců byly domestikovány před 5 000 – 7 000 lety ve vysokých polohách hor tropické a subtropické Ameriky.

Pěstování v ekologickém zemědělství

Laskavec je perspektivní plodina pro ekologické zemědělství. Předurčuje jej k tomu více vlastností. Patří mezi ně zejména odolnost vůči suchu, solím a schopnost detoxikovat zamořené půdy i takovými látkami jako jsou radionuklidy (Chirkova et al., 1992). Kromě fytoamelioračních účinků je třeba zdůraznit i schopnost laskavce přispět k zúrodnění půdy jejím obohacením o kvalitní organickou hmotu díky značné tvorbě biomasy (Habánová a Habán, 1997). Laskavec má velkou produkční schopnost, tvoří malá čočkovitá semena bohatá na bílkoviny a tuk, která mají vyšší nutriční hodnotu než obiloviny (Jarošová et al., 1997; Michalová, 1999; Pelikán a Sáková, 2001).

V současnosti je laskavec nejvíce pěstován na semeno. Laskavec lze využívat jako zelenou píci pro skot, prasata i drůbež, senáž laskavce je kvalitou blízká vojtěškové. Některé druhy lze využít pro produkci přírodních barviv a kosmetických přípravků. V rostlinách laskavce je vysoký obsah především červených barviv, která lze využít pro produkci přírodních barviv. Vyrůstné formy laskavce jsou využitelné na zelené hnojení, pro výrobu papíru i jako energetická plodina. Produkce sušiny biomasy je přes 20 t.ha⁻¹, výhřevnost je udávána kolem 16,5 MJ.kg⁻¹.



Nároky na prostředí

Laskavec je rostlina poměrně odolná vůči abiotickým i biotickým stresům. Je však rostlinou teplomilnou. K vytvoření plnohodnotných semen je třeba suma 1900 – 2800 °C za vegetaci. Pro svůj rychlý vývoj (vegetační doba laskavce je 110 – 130 dní) vyžaduje hlavně teplo a světlo. Nesnáší zastínění v rané fázi růstu. Většina genotypů potřebuje pro vytvoření semen krátký den. Jsou však i typy, kterým vyhovuje délka dne 12 – 16 hodin (Jarošová et al., 1997). Optimální teplota pro růst rostlin je 21 – 28 °C ačkoliv jsou schopné vegetovat i při teplotách 35 – 40 °C. Rostliny amarantu krátkodobě vydrží nízké jarní mrazíky do -1 až -2 °C. Mrazíky -3 až -4 °C způsobí zmrznutí mladých i vzrostlých rostlin. Laskavec potřebuje pro růst méně vody než ostatní plodiny (transpirační koeficient je 240 – 300). Po vytvoření dostatečného kořenového systému, za 2 – 3 týdny po vzejití, jsou rostliny amarantu schopny čelit i déletrvajícímu suchu (Jarošová et al., 1999). Dostatek vláhy potřebuje po výsevu, v době vzcházení a počátečního růstu a v době opylování. Naopak při dozrávání semen je nutné suché a teplé počasí. Významná je také odolnost k zamokření.

Laskavec je rostlina nenáročná na půdní podmínky. Nejvhodnější jsou půdy humózní, kypré, neslévavé s dobrou strukturou. Nejlépe roste na lehčích hlinitopísčitých a písčitohlinitých půdách. Rostliny laskavce mají širokou ekologickou amplitudu od stanovišť slabě kyselých po alkalická. Optimální půdní reakce je neutrální až slabě zásaditá (pH 6,5 – 7,5). Dobře roste i na půdě slabě kyselé s pH 5,6 – 6,5. Zajímavá je odolnost laskavce vůči zasolení, která umožňuje jeho využití jako fytomeliorační rostliny na zasolených půdách.

Zařazení v osevním postupu

Laskavec nemá žádné zvláštní požadavky na předplodinu. Není vhodné ho vysévat na pozemcích, kde se vyskytují teplomilné plevely (merlíky a laskavce). Vhodnou předplodinou laskavce jsou obiloviny, luskoviny, brambory, olejniny či trávy. Méně vhodnou předplodinou je řepa a kukuřice z hlediska výskytu plevelů a použitých herbicidů. Žito má nepříznivý alelopatický účinek na kulturní amarant při nedostatečném zapravení a rozložení zbytků rostlin. Amarant lze pěstovat po sobě, ale dochází k většímu výskytu plevelného laskavce (*Amaranthus retroflexus*) a hrozí výskyt chorob a škůdců. V běžném roce amarant vymrzá a nezapleveluje následnou plodinu a jako předplodina nepůsobí alelopaticky na plodiny vyseté po něm (Jarošová et al., 1999). Při pěstování amarantu po ozimé meziplovině (*Triticale*) dosáhl výnos 3,8 – 8,8 t.ha⁻¹ sušiny nadzemní fytomasy laskavce (Gregorová, 1996).



Výživa rostlin a hnojení

Amarant má mohutný kořenový systém, a proto dobře využije zásobu živin v půdě. Při hnojení vycházíme ze zásoby živin v půdě. Je zapotřebí dobrá až střední zásoba živin (Michalová, 1997). Pro dobrý výnos semene vyžaduje laskavec 60 – 120 kg N, 60 – 80 kg P a 140 – 160 kg.ha⁻¹ K. Při dávce 90 kg N.ha⁻¹ došlo ke zvýšení výnosu oproti nehnojeným variantám až o 60 % (Myers, 1998). Na málo humózní půdě amarant dobře zhodnotí dodání chlévského hnoje, popřípadě kompostu v dávce od 40 – 60 t.ha⁻¹ k předplodině (Jarošová et al., 1997). Podle stavu porostu se osvědčilo i přihnojení dusíkem v průběhu vegetace. Nadměrné dávky dusíku (nad 120 kg.ha⁻¹) mohou působit u některých genotypů poléhání.

Odrůdy

V ČR nejsou ve státní odrůdové knize zapsány žádné odrůdy laskavce. Přesto je k dispozici řada genotypů zahraniční provenience a některé domácím šlechtěním (Jarošová et al., 1997) zlepšené genetické materiály.

Tabulka 1: Výnos zelené biomasy a semen u různých druhů a odrůd laskavce (průměr z let 1997 – 2000)

Odrůda, druh	Výnos zelené biomasy (t.ha ⁻¹)	Výnos semen (t.ha ⁻¹)
K 432	78,84	1,34
K 433	75,76	1,51
Dakota	80,82	1,13
<i>A. hybrid</i>	78,47	1,33
No 1008	85,41	1,48
Koniz	77,23	1,30
<i>A. hypochondriacus</i>	81,32	1,39
A 200 D	92,90	1,53
Amar	86,11	1,45
Olpir	91,17	1,83
<i>A. cruentus</i>	90,06	1,60

Z hlediska srovnání základního složení obsahu bílkovin u jednotlivých druhů amarantu pěstovaného v ČR se vyznačuje tendence odrůd *A. hypochondriacus*, resp. jejich kříženců k tvorbě většího množství bílkovin zatímco u *A. cruentus* je patrný vyšší obsah vlákniny potraviny (Michalová, 1999).



Příprava půdy a setí

Nutná je kvalitní jarní příprava, protože amarant má malá semena a počáteční růst je pomalý. Hlavním cílem přípravy půdy je potlačit plevely a uchovat vláhu. Velmi malé semeno laskavce vyžaduje kvalitní přípravu půdy. Má pomalý počáteční růst a v tomto období je citlivý na půdní přísušek, plevely a sucho. Proto cílem jarní přípravy půdy je vytvořit čistý pozemek bez plevelů za současného uchování půdní vláhy. Doporučuje se opakované mělké vláčení v době, kdy plevely vzcházejí. Tři týdny před setím půdu nekypříme ani nevláčíme, aby se vytvořilo pevné osivové lůžko, které umožní přístup vody z ornice. Laskavec je možné vysévat, jakmile teplota půdy dosáhne 10 – 12 °C. To je v našich podmínkách počátkem května až června. Určujícím faktorem je vlhkost půdy. Pozdní setí způsobuje nedokonalou tvorbu kořenového systému, to je příčinou snížení výnosu sušiny a semen až o 30 %; hrozí také nebezpečí špatného dozrání a snížení kvality semen. Bezorebné setí a výsev do mezilodiny se u amarantu příliš neosvědčilo.

Laskavec je možné vysévat, jakmile teplota půdy dosáhne 10 – 12 °C. K výsevu je třeba připravit půdu tak, aby se semena vysévala do kypré půdy na pevné výsevné lůžko, které umožní přístup vody z ornice.

Semena laskavce je třeba vysévat mělce, do stejné hloubky. Norma výsevu se bude řídit hmotností semen (0,8 – 1,2 kg.ha⁻¹), termínem vysévání a způsobem výsevu, tak aby byla zajištěna optimální hustota porostu, to je 320 – 400 tisíc klíčivých semen na hektar. V případě, že je v půdě nedostatek vláhy, nebo jsou v době výsevu nízké teploty vzduchu (12 – 15 °C), je třeba zvýšit normu výsevu až o 20 % (Michalová, 1995). Pro zajištění dobré sklizně je třeba, aby bylo 25 – 35 dobře vyvinutých rostlin na 1 m². Šířku řádků je možné volit podle použitého secího stroje a kultivačního náradí od 125 do 450 mm (Jarošová et al., 1997). Pro výsev do užších řádků lze použít pneumatický secí stroj seřízený na odpovídající hloubku a množství výsevu.

Regulace plevelů

Dobré založení porostu s rychlým kompletním vzejitím rostlin je prvním předpokladem k úspěchu. Po vzejití rostou rostliny amarantu 10 – 14 dní pomalu. V té době vytvoří dva děložní lístky, formují se pravé listy, ale narůstá především kořen. Vzhledem ke svému malému habitu a pomalejšímu růstu nejsou rostliny kulturních odrůd amarantu schopny konkurovat širokolistým plevelům. Po dosažení výšky 200 – 300 mm laskavec odolává plevelům i za sucha. Jedním z možných opatření proti plevelům je zvýšení hustoty porostu (Jarošová et al., 1997).



Po vzejití amarantu je možné proti vzcházejícím plevelům uplatnit vláčení porostu lehkými branami šikmo na řádky. Účinné je toto opatření na klíčící a vzcházející plevele v době, kdy rostliny amarantu jsou již zakořeněné. Část rostlin amarantu při tomto ošetření může být poškozena a může odumřít. Tento zásah lze proto doporučit jen u hustých porostů amarantu. V případě pěstování laskavce v širokých řádcích lze uplatnit plečkování (2 – 3x). Po zakořenění rostlin, za dva až tři týdny po vzejití nastává intenzivní růst nadzemní části laskavce. Pak není většinou již možné ani nutné provádět mechanické kypření a při dostatečné hustotě porostu už zaplevelení nehrozí. Amarant je citlivý na zaplevelení hlavně plevelnými laskavci a merlíky. Ty bychom měli během celé vegetace z porostů odstraňovat, abychom zabránili vytvoření semen, protože jejich semena se špatně oddělují od semen kulturního laskavce.

Regulace chorob a škůdců

Poruchy vzcházejivosti mohou zvláště na těžších půdách po vytvoření půdního škraloupu, při nadměrném zamokření nebo je-li půda nedostatečně prohřátá, způsobit houby vyvolávající tzv. padání rostlin (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Aphanomyces*). K napadení dochází především na těžší půdě. Zvýšené nebezpečí je i u časných výsevů, kdy se vlivem nepříznivého počasí prodlužuje doba klíčení a vzcházení, a také na půdě s vysokým obsahem dusíku.

Škůdci nepředstavují pro laskavec dosud velké nebezpečí. Nejnebezpečnější jsou dřepčící v době vzcházení, kdy mohou poškodit mladý porost. Poškození dřepčíky je ovlivněno termínem výsevu a druhy pěstovaného laskavce (Praslička, 1995). V době kvetení škodí na květenství i listech mšice. V porostech laskavce se mohou objevit mšice vojtěšková (*Aphis craccivora*) (Wilson, 1989) a klopůška chlupatá (*Lygus rugulipennis*). Škody způsobené sáním mšic mohou způsobit ztráty na výnosech až 35 – 57 % (Jarošová et al., 1997).

Na laskavci škodí i brouci z čeledi Nosatcovití (*Curculionidae*), např. rýhonosec (*Lixus subtilis*) (Szentkirályi et al., 1993), kteří způsobují svým žírem plošné požerky nebo malé dírký na vzcházejících rostlinách. Škodlivost pilousů (*Conotrachelus*) spočívá ve vykusování dřene a tkání rostlin. Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) škodí nejenom na zrnové kukuřici, ale i laskavci. Zejména housenky zavrtávající se do stonků, se živí dřem, vyžírají v ní chodbičky a z otvorů vytlačují bělavou dřem. Na větších plochách může způsobit značné ztráty na výnosu zrna. Významné škody může v době zralosti způsobit ptactvo.



Sklizeň a posklizňové ošetření

Sklizeň a posklizňová úprava je při pěstování laskavce nejnáročnější (Vacho, 1995). Sklizeň je ovlivněna dobou výsevu, raností odrůdy a průběhem počasí v době vegetace. Semena amarantu dozrávají nestejněměrně. Rostliny laskavce v době sklizně obsahují vysoké procento vody ve stéblech a listech, což ztěžuje sklizeň kombajnem. Velice účinné je teplé a suché počasí a především mráz, který porost „přírodně desikuje“. Sklizeň je pak třeba provést rychle, aby se snížily ztráty vypadáváním zrna. Amarant sklízíme podobně jako pohanku, když jsou 2/3 semen na rostlině plně dozralá. Pozdější sklizeň může znamenat vysoké ztráty, protože zralá semena z květenství vypadávají. Dobře se osvědčilo doplnění sklízecích mlátiček o vybavení používané ke sklizni semen vojtěšky (Michalová, 1995).

Optimální nastavení otáček mlátícího bubnu je 800 – 900 za minutu a výmlatového otvoru na vstupu 12 mm a výstupu 8 mm. Po sklizni musí následovat co nejrychlejší vyčištění a dosoušení semen. Dosoušíme teplým vzduchem na vlhkost 15 – 18 %. Požadovaná skladovací vlhkost činí 12 %.

Box 2: Agrotechnika laskavce

Nároky na prostředí	Teplomilná rostlina. K vytvoření plnohodnotných semen je třeba suma 1900 – 2800 °C za vegetaci. Rostliny amarantu krátkodobě vydrží nízké jarní mrazíky do -1 až -2 °C. Lehčí hlinitopísčité a písčitohlinité půdy. Optimální půdní reakce je neutrální až slabě zásaditá (pH 6,5 – 7,5).
Osevní postup	Vhodnou předplodinou laskavce jsou obiloviny, luskoviny, brambory, olejninu či trávy.
Výživa rostlin a hnojení	Mohutný kořenový systém, dobře využije zásobu živin v půdě. Optimální je dobrá až střední zásoba živin.
Odrůdy	V ČR nejsou ve státní odrůdové knize zapsány žádné odrůdy laskavce. Je k dispozici řada genotypů zahraniční provenience.
Příprava půdy a setí	Nutná je kvalitní jarní příprava, protože amarant má malá semena a počáteční růst je pomalý. Doporučuje se opakované mělké vláčení v době, kdy plevelé vzházejí. Bezorebné setí a výsev do meziplodiny se u amarantu příliš neosvědčilo.
Regulace plevelů	Vláčení během vegetace.
Regulace chorob a škůdců	Půdní škraloup (padání rostlin). Nejnebezpečnější jsou dřepčící v době vzházení, kdy mohou poškodit mladý porost.
Sklizeň	Semena amarantu dozrávají nestejněměrně. Amarant sklízíme podobně jako pohanku, když jsou 2/3 semen na rostlině plně dozralá.



Ekonomika pěstování

Pěstováním alternativních plodin lze příjmy zvýšit tím, že některé jsou více ziskové, než běžné plodiny a zároveň zvyšují výnos běžných plodin a tím i zisk (Tjai, 2003). I když jsou zisky z nové plodiny zanedbatelné či dokonce negativní, může její zavedení zvýšit výnos tradičních plodin. Např. amarant díky svým dlouhým tuhým kořenům umožňuje otevírání stlačené půdy pro rostliny následné (Sare, 2004). Diverzifikací lze dosáhnout i celkových úspor. Osevní postup se třemi či více druhy plodin snižuje problémy se škůdci a chorobami a to opět snižuje finanční vstupy pro pesticidy, na druhé straně posklizňová manipulace a přeprava na vzdálenější trhy náklady na výrobu zvyšují. Různorodý osevní postup navíc snižuje ekonomické riziko monokultury v případě nevhodného počasí či škůdcové kalamity. Např. i přes sucha může farmář úspěšně sklídit amarant, sezam či slunečnici (Sare, 2004). Navíc např. pokud dojde k poklesu chovu živočišné výroby tak farmář orientující se pouze na tyto plodiny se dostane do finančních problémů díky nedostatečné poptávce, oproti tomu farmář produkující i alternativní plodiny, tj. plodiny pro nekrmné účely se snadněji přizpůsobí poptávce trhu a vykompenzuje si finanční ztrátu z poklesu poptávky po krmivech (Tjai, 2003). Ukazuje se, že farmy používající diverzifikovaný systém mají vyšší zisky, jsou méně zranitelné a je zde lepší rozdělení práce (Tjai, 2003). V ekologickém zemědělství mohou výrobky z alternativních plodin na trhu díky své specifčnosti umocněné certifikovaným způsobem produkce, způsobem zpracování, značení i prodeje, dosahovat vyšších cen a tím i zvýšit efektivnost zemědělského podniku.

V následujících tabulkách je předložena modelová ziskovost při pěstování amarantu (Tabulka 2; Tabulka 3). Jedná se o srovnání konvenčního a ekologického pěstování s ostatními alternativními plodinami.

Tabulka 2: Efektivita pěstování vybraných plodin v konvenčním zemědělství

Ukazatel	Proso	Pohanka	Amarant	Špalda	Oves
Výnos zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	3,0	2,0	0,9	3,5	2,8
Cena za 1 t (EUR)	300	360	800	200	220
Výnos slámy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	3,5	–	–	4,4	4,2
Cena za 1 t (EUR)	52	–	–	24	40
Výnos z 1 ha (EUR)	952	720	720	724	722
Celkové náklady (EUR)	682	652	630	719	705
Zisk (EUR)	270	68	90	5	17



Tabulka 3: Efektivita pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství

Ukazatel	Proso	Pohanka	Amarant	Špalda	Oves
Výnos zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	2,4	1,8	1,0	3,2	2,2
Cena za 1 t (EUR)	480	480	800	280	440
Výnos slámy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	3,5	–	–	4,4	4,2
Cena za 1 t (EUR)	52	–	–	24	40
Výnos z 1 ha (EUR)	1334	864	800	1002	1008
Celkové náklady (EUR)	707	681	637	760	739
Zisk (EUR)	627	183	163	242	269

Kvalita produkce

Semena laskavce mají poměrně vysoký obsah (17 – 18 %) bílkovin (Tabulka 4; Tabulka 5; Tabulka 6). Vyznačují se příznivým zastoupením esenciálních aminokyselin, zvláště lyzinu a metioninu a jsou vhodná pro bezlepkovou dietu. Biologická hodnota bílkovin je vyšší než u mléka (Tabulka 7).

Tukové látky neobsahují cholesterol ani triglyceridy. Z mastných kyselin převládají esenciální (kyselina olejová a kyseliny linolové). Olej z laskavce má vysokou farmaceutickou hodnotu. Obsah tuku se pohybuje mezi 7 – 8 %. Olej ze semen laskavce obsahuje 6 – 7 % skvalenu - látky, která snižuje riziko vzniku rakoviny, zpomaluje proces stárnutí kůže, reguluje látkovou přeměnu tuků a kladně ovlivňuje obranyschopnost organismu. Má proto vysokou farmaceutickou hodnotu a využívá se také v kosmetickém průmyslu. Zvláštností laskavce je vysoký obsah škrobu v perispermu. Laskavcový škrob je pro dobrou stabilitu a stmelovací účinek vhodný pro výrobu biodegradovatelných plastických hmot, zásypové prášky a nosiče ve farmacii, škrobení prádla či na povrchovou úpravu papíru (Wilhelm et al., 1998; Wu et al., 1995). V obilkách laskavce je vysoký obsah minerálních látek, především hořčíku, draslíku, fosforu a zinku, vysoký obsah vitaminů C a A a laktinů, které podporují imunitní systém živočichů. Laskavec má vysokou schopnost poutat z půdy těžké kovy jako olovo, rtuť, kadmium a měď. Ty se pak kumulují v listech semenných druhů amarantu, zatímco chrom v semenech *A. cruentus* (Koreňovská et al., 1997).

Zrno laskavce se upravuje vařením, vločkováním, mletím, pražením ap. Mouka laskavce se využívá pro výrobu nekvašených druhů chleba (tortilla, chapati), u kvašeného pečiva se míchá s pšeničnou moukou, protože neobsahuje lepek. Mimoto se laskavec uplatňuje v těstovinách, polévkách, omáčkách, kaších, sušenkách a dalších potravinářských výrobcích. Listy a stonky zeleninových druhů jsou chutí podobné špenátu, podobně se i zpracovává.



Tabulka 4: Základní chemické složení semen a listů amarantu (Grajeta, 1997 a)

Složka (v % sušiny)	Semena	Listy
Voda (%)	6,2 – 11,4	70 – 94
Minerální látky	2,5 – 4,2	7,6 – 22
Bílkoviny (A x 6,25)	13,2 – 18,2	17,4 – 38
Tuky	4,8 – 10,0	1,0 – 10,06
Sacharidy	50 – 65	38 – 47
Vláknina	2,3 – 8,1	5,4 – 24,6

Tabulka 5: Stanovení nutriční jakosti u jednotlivých druhů amarantu (Muchová a Čuková, 1995)

Druh /Ukazatel (%)	Sušina	Hrubý protein	Vláknina	Tuk	Škrob
<i>A. caudatus</i>	90,60	12,41	5,78	6,03	59,75
<i>A. cruentus</i>	91,17	15,89	3,21	5,46	59,44
<i>A. hypochondriacus</i>	90,45	15,34	3,52	7,06	65,16
<i>A. paniculatus</i>	89,46	16,30	6,94	5,20	57,00

Tabulka 6: Chemické složení odrůd amarantu (g/100g) (Jarošová et al., 1997)

Odrůda	Botanická klasifikace	Bílkoviny	Tuk	Škrob	Popel	Vláknina
K 432	<i>A. hypochondriacus x hybrid</i>	18,3	5,7	56,7	3,1	9,1
K 433	<i>A. hypochondriacus x hybrid</i>	17,7	5,4	58,1	2,8	8,8
Koniz	<i>A. hypochondriacus x hybrid</i>	17,2	5,6	57,6	2,9	9,5
Olpir	<i>A. cruentus</i>	16,3	6,2	57,1	2,9	10,2
No 1008	<i>A. hypochondriacus</i>	16,7	5,5	58,8	2,9	9,3

Tabulka 7: Frakční složení bílkovin semen vybraných druhů laskavce (v %), (Muchová et al., 2000)

Druh	Podíl bílkovinných frakcí (v %)			
	albumíny a globulíny	prolamíny	glutelíny	nerozpustný zbytek
<i>A. caudatus</i>	70,18	0,60	18,64	10,58
<i>A. cruentus</i>	68,80	0,64	20,63	9,93
<i>A. hypochondriacus</i>	74,63	0,70	15,45	9,22
<i>A. paniculatus</i>	66,63	0,52	16,14	16,71

Box 3: Kvalita laskavce

Bílkoviny	17 – 18 %, příznivé zastoupení esenciálních aminokyselin.
Skvalen	Olej ze semen laskavce obsahuje 6 – 7 % skvalenu - látky, která snižuje riziko vzniku rakoviny, zpomaluje proces stárnutí kůže, reguluje látkovou přeměnu tuků a kladně ovlivňuje obranyschopnost organismu.
Minerální látky	V obilkách laskavce je vysoký obsah hořčíku, draslíku, fosforu a zinku.
Výrobky	Zrno laskavce se upravuje vařením, vločkováním, mletím, pražením ap. Mouka laskavce pro výrobu nekvašených druhů chleba (tortilla, chapati). Uplatnění v těstovinách, polévkách, omáčkách, kaších, sušenkách a dalších potravinářských výrobcích. Listy a stonky zeleninových druhů jsou chutí podobné špenátu.



Citovaná literatúra

- Demko, J. (1997): Energetická analýza láskala - *Amarantus*, Biologizácia rastlinnej výroby VII. Zborník referátov *Amarantus* (laskavec) a Biomasa. SPU Nitra, pp. 14-19.
- Gregorová, H. (1996): Produkčná schopnosť láskala pestovaného v čistom poraste a s širokým sudánskym. Kvalita láskala ako objemovej krmoviny. Biologizácia rastlinnej výroby VII. Zborník referátov *Amarantus* (laskavec) a Biomasa. SPU Nitra, 219 p.
- Habánová, M., Habán, M., Gromová, Z., Húska, J. (1997): Úroda nadzemnej biomasy vybraných druhov láskavca (*Amrantung L.*) Biologizácia rastlinnej výroby VII. Zborník referátov *Amarantus* (laskavec) a Biomasa. SPU Nitra, 109 p.
- Henderson, T. L., Schreiter, A. A., Johnson, B. L., Riveland, N., Schatz, B. G. (1991): Production of *amaranth* in northern Great Plains. In: Alternative crop and alternative crop production research a progress report. North Dakota State Univ., Fargo.
- Chirkova, T. V., Belonogova, V. A., Magomedov, I. M. (1992): Evaluation the resistance of various *amaranth species* to oxygen deficiency. Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta Seriya 3: Biologiya, pp. 79-82.
- Jarošová, J., Michalová, A., Vavreiová, S., Moudrý, J. (1997): Pěstování a využití amarantu. Metodiky pro zemědělskou praxi. ÚZPI Mze ČR, 13/1997. Praha.
- Jarošová, J., Michalová, A., Vavreiová, S., Moudrý, J. (1999): Cultivation and use of *amaranth* (in Czech). ÚZPI, Praha. 37 p.
- Koreňovská, M., Zaušková, P., Poláčeková, O. (1997): Sledovanie distribúcie vybraných prvkov v amarante. Bulletin Potravinárskeho Vyskumu 36: 131-139.
- Michalová, A. (1997): Laskavec (*Amaranthus L.*) a možnosti jeho využitia. Pôvod a historie pestování alternativních plodin. Farmář 9: 22-23.
- Michalová, A. (1999): Laskavec (*Amaranthus L.*). Výživa a potraviny, 54: 13-14.
- Myers, R. L. (1998): Nitrogen fertilizer effect on grain *amaranth*, Agronomy Journal (90): 597-602.
- Pelikán, M., Sáková, L. (2001): Jakost a zpracování rostlinných produktů. JU ZF v Českých Budějovicích, 233 p.
- Petr J., (1997) : Amarant - Plodina 21. století, Úroda 1: 22-23.
- Praslička, J. (1995): Výskyt škodlivců na láskavci (*Amaranthus L.*) Kvalita láskala jako objemovej krmoviny. Biologizácia rastlinnej výroby V. a VI. Zborník referátov. Laskavec a Biomasa. SPU Nitra, 219 p.
- Sauer, J. (1950) : Ann. Mo. Bot. Garden, 37: 561-632.
- Sauer, J. (1977): Proceedings of first *Amaranth* Seminar, pp. 9-11.
- Szentkirályi, F., Rác, V., Erdélyi, C. (1993): Insect pests on *grain Amaranths* grown in Hungary with special reference to the *Lixus subtilis* Sturm (Coleoptera, Curculionidae). Research institute for Plant Protection, Hungaria akadem of Sciences, Budapest, Hungary.
- Štefčíková, M., Pullman, J., Jureková, Z., Gajdošová, A. (1997): Prvé poznatky in vitro kultivácie niektorých druhov rodu *Amarantus*. Biologizácia rastlinnej



- výroby VII. Zborník referátov *Amarantus* (laskavec) a Biomasa. SPU Nitra, 109 p.
- Vacho, R. (1995): Poznatky z pestovania a využitia láskala v Německu. In Zborník referátov. Biologizácia rastlinnej výroby V. a VI. SPU Nitra, pp. 13-19.
- Wilhel, E., Themeier, H. W., Lindauer, M. G., (1998): Feinkornstärken und hydrophile Polymere als Komponenten für neue biologisch abbaubare Zweiphasenwerkstoffe für spezielle Anwendungen. 1: Separations- und Aufbereitungstechniken für Feinkornstärken von Quinoa und *Amaranth*. *Starch/Stärke*, 50: 7-13.
- Wilson, R. L. (1989): Studie of insects feeding on *grain amaranth* in the midwest. *Journal of the Kansas Entomological Society* 62: 440-448.
- Wu, H., Yue, S., Sun, H., Corke, E. H. (1995): Physical properties of starch from two genotypes of *Amaranthus cruentus* of agricultural significance in China. *Starch/Stärke*, 47: 295-297.





Kapitola 9.

Chinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Jan Moudrý

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13
370 05 České Budějovice, Česká Republika
e-mail: moudry@zf.jcu.cz

Abstract:

This chapter describes the origin and history of this alternative pseudo cereal crop originating from South America. It is a promising crop from the food processing industry point of view. However, Central European farmers do not have any experience with quinoa growing. The chapter mentions requirements quinoa lays down for the environment. It also describes organic farming technologies. It also deals with specific requirements, ranging from regulation of harmful agents and aspects to harvest and postharvest

treatment quinoa has in the growing season when new crop stands are established and treated. The chapter also mentions qualitative aspects of quinoa seeds and shows how the seeds are used. It contains elementary qualitative information and describes the chemical composition of quinoa too.

Key words: quinoa, growing, quality, organic farming

Abstrakt:

V kapitole je popsán původ a historie pěstování této alternativní pseudo-cereálie pocházející z Jižní Ameriky. Jedná se o perspektivní plodinu z potravinářského hlediska. S jejím pěstováním však nejsou v podmínkách střední Evropy zkušenosti. Stručně jsou uvedeny požadavky na prostředí. Popsány jsou pěstební technologie v ekologickém zemědělství. Pozornost je věnována specifickým nárokům na založení porostů a jejich oše-

třování během vegetace, přes regulaci škodlivých činitelů až po sklizeň a posklizňové ošetření. Kapitola se zabývá i kvalitou a využitím semen chinoi. Doplněny jsou základní údaje o jakosti a chemickém složení chinoi.

Klíčová slova:

chinoa, pěstování, kvalita, ekologické zemědělství



Úvod

Chinoa je jednou z nejstarších kulturních rostlin lidstva. Po dlouhou dobu sloužila původním obyvatelům jihoamerických And jako jedna ze základních potravin. Chinoa je jednoletá dvouděložná rostlina, dosahující průměrnou výšku 1,0 – 1,5 m, tvořící lichoklasy s drobnými semeny. Jejich chemické složení je podobné obilovinám. Vyznačuje se poměrně vysokým obsahem bílkovin v semenech. Vzhledem k využití semen ji řadíme mezi pseudocereálie se kterými má obdobné potravinářské využití. Zkoumá se i možnost jejího využití v krmivářství a dalších oborech. Plodina je nenáročná na pěstování. Problematikou je variabilita a nestálost výnosu v jednotlivých letech.

Historie pěstování

Merlík chilský, nazývaný podle svého druhového latinského názvu chinoa, je prastarou kulturní rostlinou. Před více než 5000 lety ho pěstovali Inkové na peruánsko bolivijské planině. Odtud se šířil po celé západní části jižní Ameriky a na sever až po Mexiko. Indiáni ho nazývali „matka zrno“ (*Chisya mama*) a byl pro ně vedle kukuřice, fazolí a brambor nejdůležitější plodinou. Kromě listů konzumovaných jako salát nebo špenát bylo využíváno hlavně zrno vzhledem k vysoké nutriční hodnotě. Složením jsou semena chinoi podobná obilovinám. Nejvíce jsou srovnávána s rýží, takže se chinoa někdy nazývá „rýže Inků“.

Později pěstování merlíku upadalo a udrželo se jen v horských oblastech. Po roce 1975 nastala z iniciace vlád Peru a Bolívie renesance šlechtění a reintrodukce a v osmdesátých letech i rozsáhlý výzkum v celé Americe i v západní Evropě (Dánsko, Německo, Holandsko, Finsko). V Čechách se chinoa pěstovala v botanických zahradách a zřejmě se v minulém století i pokusně vysévala, ale nerozšířila se pro nižší výnosnost oproti běžným obilninám

Fylogenetický vývoj

Chinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) je tetraploidní druh z čeledi *Chenopodiaceae*. Druhy této čeledi mohou být jak diploidní, tak tetra, hexa i oktoploidní. Mezi příbuzné druhy patří i řepa nebo špenát. Rod *Chenopodium* zahrnuje 150 druhů zařazených do 16 sekcí. Řada druhů je pěstována jako kulturní rostliny a využívána pro lidský konzum. Druh *Chenopodium pallidicaule* Heller je



pěstován v Peru, tetraploidní druh *Chenopodium berlandieri* Moq. ssp. *nuttalliae* Safford je produkován v Bolívii. V Himalájích se pro lidskou spotřebu pěstuje hexaploidní *Chenopodium album* L. Oba posledně jmenované druhy jsou však více známy jako plevely (Bavec, 2006). Nejzajímavějším druhem je z produkčního hlediska merlík chilský (*Chenopodium quinoa* Willd.). Pěstované genotypy tohoto druhu pocházejí ze 6 ekotypů a 4 populací z různých regionů (Bavec, 2000).

Box 1: Historie pěstování chinoi

Latinský název	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
Místo domestikace	Peruánsko-bolivijská planina.
Čas domestikace	Před více než 5000 lety.
Pěstitelské plochy	Pěstitelské plochy ve střední Evropě nízké.
Semena	Kulovitá semena, která dosahují velikosti 1,8 až 2,6 mm.
Typ vývoje	Jsou k dispozici jarní formy.

Pěstování v ekologickém zemědělství

V ekologickém, ale i v konvenčním zemědělství České republiky je chinoa dosud plodinou téměř neznámou. Vzhledem k poměrně malým nárokům na hnojení i dosud menšímu ohrožení chorobami a škůdci, je možné ji zařadit mezi low-input plodiny vhodné pro pěstování v ekologickém zemědělství. Její specifické nutriční vlastnosti ji mohou přiřadit k zajímavým alternativním plodinám, používaným jako potravinové doplňky. Další šlechtění a hledání nových postupů při zpracování v budoucnosti pomůže jistě jejímu lepšímu využití. Quinoa se může podobně jako před krátkou dobou *Amarantus* stát zajímavou maloobjemovou plodinou obohacující sortiment racionální výživy.

Nároky na prostředí

Chinoa je rostlinou mírného a subtropického pásma. Ve své pravlasti roste ve značně rozdílných podmínkách (v nadmořské výšce 0 až 4000 m) a tvoří řadu ekotypů s rozdílnými požadavky na prostředí. Může růst v teplotních podmínkách až do 35 °C. Klíčí při teplotách 5 – 7 °C. Během vegetace je poměrně odolná proti chladu i suchu.

Dobře roste na středních (písčitohlinitých) i lehčích půdách. Těžké, jílovité půdy nejsou pro její pěstování vhodné. Vzhledem k dobré schopnosti přijímat živiny



z půdy chinoa nevyžaduje půdy bohaté zásobené živinami a může růst i na velice chudých stanovištích. Lze ji využívat i jako meliorační rostlinu.

Při pěstování v podmínkách střední Evropy je pěstování merlíku čilského ročníkovou záležitostí. Ve vyšších oblastech je v některých letech riziko, že porost nedojde do sklizňové zralosti. Vlhčí a chladnější průběh léta může zapříčinit, že porost nedozraje. Při sledování růstových fází dochází ve vyšších oblastech až ke třítydennímu zpoždění.

Problematická jsou období při vzcházení rostlin, kdy mohou být rostliny poškozeny suchem, popřípadě mrazem a období dozrávání, kdy si rostliny po dlouhou dobu udržují velkou vlhkost, případně ve vyšších oblastech nedozrají vůbec. Z těchto důvodů se prozatím jeví pěstování chinoi v našich oblastech jako problematické, přesto je žádoucí se jí nadále zabývat.

Tabulka 1: Charakteristika pseudoobilnin z hlediska nároků na podmínky pěstování (upraveno dle Aufhammer et al., 2000)

Parametr	Pohanka	Quinoa	Amarant
Vegetační doba (dny)	100	140	150
Minimální teplota pro klíčení (°C)	7	5	12
Odolnost k mrazu (°C)	-1	-4	0
Teplota, při níž se zastavuje růst (°C)	10	8	15
Transpirační koeficient	540	400	230

Zařazení v osevním postupu

Chinoa není náročná na předplodinu. Převážně se zařazuje do osevních sledů s bramborami a obilninami. V osevním postupu působí fyto-sanitárně, ale naopak by mohla zaplevelovat v osevním postupu následné plodiny.

Výživa rostlin a hnojení

Chinoa má dobrou schopnost přijímat živiny z půdy a proto nevyžaduje půdy bohatě zásobené živinami a může růst i na velice chudých stanovištích. Potřeba dusíku pro dobrý výnos se uvádí asi 120 kg N.ha⁻¹. Na chudých půdách v Peru hnojení chlévským hnojem odpovídající dávce 90 kg N.ha⁻¹ zvýšilo výnos o 94 %. Podle stavu půdy hnojíme do zásoby obvykle dávkou do 50 kg P a 50 kg K.ha⁻¹.



Odrůdy

Pro podmínky Evropy jsou nejvhodnější genotypy pocházející z Chile (rostoucí 0 – 500 m. n. m.). Jde o relativně homogenní skupinu genotypů s krátkou vegetační dobou (hlavně od kvetení do zralosti). Jsou to rostliny s nevětveným habitem, který umožňuje zvyšovat hustotu porostu, s dlouhým kompaktním květenstvím, žlutými semeny a středním obsahem saponinů.

V roce 1994 byl v rámci Evropské unie zahájen společný výzkumný projekt šesti zemí pro zavedení chinoy do evropského zemědělství v rámci snah o jeho diverzifikaci. Je snaha získat rané, rovnoměrně dozrávající odrůdy s nízkými stonky, neodnožující, s vysokým výnosem semen a nízkým obsahem saponinů (Galwey, 1993; Jacobsen, 1998).

Příprava půdy a setí

Vzhledem k drobným semenům je nutná pečlivá příprava půdy s dobře urovnaným povrchem. Vlastní setí se provádí do mírně nakypřené půdy. Nejvhodnější je před setím připravit pozemek středně těžkými branami. Přípravu půdy lze provést dříve na jaře a před setím porostu je možné nitkující plevely zničit vláčením.

Důležitým faktorem je termín výsevu. Semena chinoi klíčí při teplotách 5 až 7 °C. Proto se chinoa v našich oblastech vysévá koncem dubna a počátkem května při teplotách půdy 5 – 7 °C. Příliš časná setí může negativně ovlivnit klíčivost a později konkurenční schopnost vůči plevelům.

Počet rostlin na hektar se uvádí v rozmezí 1 až 1,5 milionu. Výsevek je velmi variabilní. Zkouší se hustoty porostu od 100 do 500 rostlin.m⁻² při vzdálenosti řádků 125 až 500 mm. Pro setí se jako optimální jeví meziřádková vzdálenost 0,25 m. Lze doporučit pro nižší méně větvcí se genotypy a horší podmínky užší řádky a vyšší výsev. Kompenzační schopnost chinoi je velká, proto hustota porostu v uvedených rozmezích není rozhodující pro celkový výnos semen. Při výsevu do širších řádků jsou rostliny vyšší, více se větví a urychlují vývoj.

Dle pokusů rovněž velmi záleží na hloubce výsevu. Při setí do hloubky 0,5 až 1 cm je vzcházivost 53 % resp. 48 %. Při výsevu do hloubky 2 cm klesla vzcházivost na 17 %. Při setí do hloubky 4 cm byla vzcházivost už jen okolo 5 %.



Regulace plevelů

Konkurenční schopnost chinoi proti plevelům je poměrně dobrá. Při výsevu do užších obilních řádků se regulují plevele vláčením nebo se neprovádí ošetření proti nim vůbec. Při pěstování v širších řádcích je při větším zaplevelení nutná meziřádková kultivace (plečkování). Semena merlíku chilského nevykazují vysokou schopnost dormance a za příznivých podmínek klíčí hned po dozrání. Divoké formy merlíku však mohou zůstat v půdě 2 – 3 roky (Mujica, 1994) a chinoa sama by mohla zaplevelovat následné plodiny v osevním postupu.

Regulace chorob a škůdců

V dobře sestaveném osevním postupu není výskyt chorob a škůdců na chinoi významný. Při pěstování špenátu a řepy byl zaznamenán přenos viróz na merlík. Z chorob je nejobávanější *Peronospora farinosa*, výnos může negativně ovlivnit i výskyt dalších houbových chorob *Peronospora* sp., *Sclerotinium* sp., *Phoma* sp., *Botrytis* sp., *Pseudomonas* sp. V našich podmínkách je ze škůdců známá mšice bobová (*Aphis fabae*). U porostů quinoi pozorujeme značný tlak škůdců, kteří ve velké míře redukuje budoucí výnos. Jedná se především o blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*) a v menší míře o dřepčíky (druhy rodu *Phyllotreta*). Tyto druhy dřepčíků působí významnější problémy pouze v suchých letech, kdy dochází k horšímu vývoji řepky.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Chinoa dozrává nerovnoměrně. V době zralosti semen obsahují okvěti často značné množství vody, stonky jsou ještě dužnaté. Ideální je sklizeň rostlin „desikovaných“ mrazem, ale co nejdříve po prvním mrazu. O výši skutečné sklizně značně rozhoduje počasí v době dozrávání a sklizně. U dostatečně dozrálých, poměrně suchých porostů se doporučuje přímá sklizeň žací mlátičkou. Je-li příznivé počasí, lze porosty s vyšším obsahem vody ve stoncích sklízet dvoufázově (sečení s řádkováním, sběr a výmlat). Po sklizni je nutné okamžité čištění a uložení na rošty s možností provětrávání neupraveným nebo ohřátým vzduchem nebo přímo dosoušením. Výnos semen chinoi je velmi variabilní. V našich pokusech se pohyboval v rozmezí 0,75 – 2,5 t.ha⁻¹.



Při zpracování se nejdříve ze semen odstraňují obaly, které tvoří asi 10 % hmotnosti a obsahují většinu škodlivých saponinů. Pro tento účel jsou vhodné suché postupy (loupání, leštění) nebo tzv. mokré postupy (namáčení, praní) a následné sušení. Při mletí takto upravených semen tvoří mouka asi 50 % a otruby 40 % z výchozí hmotnosti zrna. Většina živin včetně bílkovin zůstává v otrubách.

Box 2: Agrotechnika chinoi

Nároky na prostředí	Dobře roste na středních (písčitohlinitých) i lehčích půdách. Ve vyšších oblastech je v některých letech riziko, že porost nedojde do sklizňové zralosti. Při vzcházení mohou být rostliny poškozeny mrazem.
Osevní postup	Zařazuje se do osevních sledů s bramborami a obilninami. V osevním postupu působí fyto-sanitárně, ale naopak by mohla zaplevelovat v osevním postupu následné plodiny.
Výživa rostlin a hnojení	Chinoa má dobrou schopnost přijímat živiny z půdy a proto nevyžaduje půdy bohatě zásobené živinami a může růst i na velice chudých stanovištích.
Odrůdy	Pro podmínky Evropy jsou nejvhodnější genotypy pocházející z Chile (rostoucí 0 – 500 m. n. m.). Jde o relativně homogenní skupinu genotypů s krátkou vegetační dobou (hlavně od kvetení do zralosti).
Příprava půdy a setí	Pečlivá příprava půdy s dobře urovnaným povrchem. Semena chinoi klíčí při teplotách 5 až 7 °C. Proto se chinoa v našich oblastech vysévá koncem dubna a počátkem května při teplotách půdy 5 – 7 °C. Počet rostlin na hektar se uvádí v rozmezí 1 až 1,5 milionu.
Regulace plevelů	Dobrá konkurenční schopnost. Při výsevu do užších obilních řádků se regulují plevelé vláčením nebo se neprovádí ošetření proti nim vůbec. Při pěstování v širších řádcích je při větším zaplevelení nutná meziřádková kultivace (plečkování).
Regulace chorob a škůdců	V dobře sestaveném osevním postupu není výskyt chorob a škůdců na chinoi významný.
Sklizeň	Chinoa dozrává nerovnoměrně. Ideální je sklizeň rostlin „desikovaných“ mrazem, ale co nejdříve po prvním mrazu. Po sklizni je nutné okamžité čištění a dosušení.

Ekonomika pěstování

Chinoa podobně jako ostatní pseudocereálie patří mezi low input plodiny. Na intenzifikační vstupy reaguje málo a proto rozdíly ve výnosu mezi organickým a konvenčním systémem jsou malé. Přímé náklady jsou všeobecně nižší než u obilnin. Vzhledem k nízkým výnosům je pěstování pseudoobilnin doporučováno spíše do ekologických systémů (vyšší výkupní cena a možné nižší přímé náklady), ale i zde je rentabilita závislá především na výši výkupní ceny. Produkci chinoi obdobně jako amarantu zdražují také náklady na čištění a posklizňovou úpravu, ty jsou u těchto druhů poměrně vysoké.



Merlík z domácí produkce se dosud na našem trhu neobchoduje. Technologie pěstování i nákladové relace jsou velmi blízké amarantu. Lze předpokládat i obdobné cenové relace. Ty budou vycházet z obchodních smluv mezi prvovýrobci a zpracovateli s přihlédnutím k nákladovým cenám.

Kvalita produkce

Zájem o chinou v současné době vychází z vysoké kvality celých rostlin a především semen. Semena umístěná v lichoklasech mají vesměs světle žlutou barvu, ale vyskytují se typy se semeny barvy bílé, růžové či hnědé. Semena mají kónický, kulovitý či elipsoidní tvar. Dosahují velikosti 1,8 až 2,6 mm, na povrchu jsou chráněna volně přiléhajícím a snadno odstranitelným květním obalem, perikarpem a dvěma vrstvami osemení. Hmotnost tisíce semen je od 1,9 do 4,3 g. Podíl embrya na celkové hmotnosti zrna (25 – 30 %) je u chinoi vyšší než má kukuřice (10 %) nebo rýže a pšenice (2 – 3 %).

Tabulka 2: Chemické složení pseudoobilnin ve srovnání s pšenicí setou (upraveno dle Aufhammer et al., 2000)

Parametr	Pohanka	Quinoa	Amarant	Pšenice
Obsah bílkovin (%)	17	17	14	13
Obsah škrobu (%)	63	62	57	68
Obsah tuku (%)	3	9	8	2
Obsah hrubé vlákniny (%)	4	8	11	4
Obsah popelovin (%)	2	3	3	2

V povrchových vrstvách je soustředěna většina saponinů, což jsou nejzávažnější antinutriční látky chinoy, které způsobují hořkost. Rostlina je vytváří jako ochranu proti ptákům, případně i dalším konzumentům. V semenech merlíku je obsaženo 15 – 18 % bílkovin, lipidů 6 – 8 %, popelovin 3 – 4 %, vlákniny 3,5 – 4,5 % a sacharidů až 70 %. Energetická hodnota je asi 1670 kJ.100 g⁻¹. Chinoia se často porovnává z hlediska chemického složení a hlavně koncentrace bílkovin s obilovinami. Má o 16 % vyšší obsah bílkovin než pšenice, o 38 % vyšší než pohanka a až o 220 % vyšší než rýže. Z kvalitativního hlediska je zajímavé aminokyselinové složení, které se nejvíce blíží hodnotám doporučeným FAO. V porovnání s obilovinami má vyšší obsah lyzinu, histidinu, methioninu a cysteinu. Chinoia má velmi dobře vybalancovanou proteinovou frakci, čímž se blíží k stavu ideálního proteinu. Největší podíl připadá na albuminy a globuliny (44 – 47 % hrubých



bílkovin), zatímco obsah prolaminů je nízký (0,5 – 7 %). Z důvodu nízkého obsahu prolaminů je možno podávat pekařské výrobky pacientům postiženým celiakií. Nízký podíl prolaminů však omezuje pekařskou využitelnost plodiny.

Tabulka 4: Obsah esenciálních aminokyselin (g.100g⁻¹ bílkovin) v chinoe a obilovinách (FAO, 1970) a jejich doporučené zastoupení v lidské výživě (FAO/WHO/UNU, 1985)

Plodina	Lysin	Valin	Leucin	Isoleucin	Histidin
Chinoa	5,5 – 6,6	4,0 – 5,0	5,8 – 7,1	3,6 – 6,4	2,4 – 2,7
Pšenice	2,9	4,4	6,7	3,3	2,3
Ječmen	3,5	5,0	6,7	3,6	2,1
Kukuřice	2,7	4,8	12,5	3,7	2,7
Rýže	3,8	5,5	8,2	3,8	2,5
Doporučení pro děti					
předškolní	5,8	3,5	6,6	2,8	1,9
Školní	4,4	2,5	4,4	2,8	1,6
Dospělé	1,6	1,3	1,9	1,3	1,9
Plodina	Methionin+Cystein	Phenylalanin+Tyrosin	Threonin	Tryptofan	
Chinoa	3,6 – 4,5	6,2 – 7,4	3,4 – 4,8	0,9 – 1,1	
Pšenice	4,0	7,5	2,9	1,1	
Ječmen	4,0	8,2	3,3	–	
Kukuřice	3,5	8,7	3,6	0,7	
Rýže	3,4	8,7	3,9	1,1	
Doporučení pro děti					
předškolní	2,5	6,3	3,4	1,1	
Školní	2,2	2,2	2,8	0,9	
Dospělé	1,7	1,9	0,9	0,5	

Obsah lipidů je z 99 % tvořen nenasycenými mastnými kyselinami, ze kterých kyselina linolová představuje přibližně 50 % podíl. V některých státech se uvažuje o používání chinoy k produkci oleje. Byly vyšlechtěny odrůdy, které dosahují olejnatosti 6,2 – 12,9 %.

Tabulka 5: Obsah lipidů (% hm.) v semenech chinoy a jejich složení (% relat.) (upraveno dle Przybylského et al., 1994)

Frakce	Lipidy			Volné mastné kyseliny
	celkové	neutrální	polární	
Celá semena	7,6	55,9	25,2	18,9
Obaly	5,7	40,2	44,4	15,4
Otruby	11,6	76,2	12,7	11,1
Mouka	3,2	69,5	21,1	9,4



Škrob zaujímá asi 60 % hmotnosti semene. Škrob obilovin vykazuje vyšší podíl amylozy než u chinoy. Nízký obsah amylozy a velikost škrobových zrn značně omezují použitelnost mouky chinoy. Tu je možno přidávat do těst pro výrobu chleba a pečiva jen do 10 % hm, protože při vyšších dávkách je nepříznivě snížen objem těsta a konzistence je tuhá. Vyšší podíly mohou být použity do těstovin.

U vitaminů v porovnání s obilovinami vykazuje chinoa vyšší obsah riboflavinu, α -tokoferolu a β -karotenu, ale má nižší obsah niacinu. V semenech nebyl zjištěn obsah vitaminu C. Rozdílný obsah vitaminů je i mezi barevnými variantami semen (červenou, žlutou, bílou). Velká část vitaminů se ztratí při odhořčování semen. Chinoa se tedy nebude významněji podílet na příjmu vitaminů. Obsah minerálních látek závisí na vlastnostech půdy, snižuje se obrušováním semen a jejich praním ve vodě (K a Cl). Chinoa je významným zdrojem Ca, P, K, Cu, Mn, Zn, Cl, S a dalších prvků.

Tabulka 6: Obvyklé obsahy minerálních složek (mg.kg^{-1} sušiny) v celých semenech chinoy (Koziol, 1992)

Prvek	Obsah	Prvek	Obsah
Na	120	Fe	130
K	9300	Cu	50
Ca	1500	Mn	100
Mg	2500	Zn	45
P	3800	Al	110
S	1900	B	10
Cl	1500	Co	0,05

Mezi antinutriční látky řadíme především saponiny. To jsou nejzávažnější antinutriční látky semen chinoi. Vyznačující se hořkou chutí. Podle jejich obsahu se ekotypy rozdělují na sladké a hořké. Značná část saponinů je obsažena v obalech. Z genotypů s menším obsahem saponinů je odstraňujeme leštěním. U semen s vyšším obsahem saponinů se odstraňují máčením. Většinu je možno odstranit s obaly semen.

Chinoa se může využít buď jako mouka nebo celá semena. Celá semena se používají místo rýže, do polévek, do salátů nebo k výrobě müsli. Mouku je třeba v určitém poměru mísit s moukami běžných obilovin, jinak mění konzistenci těsta. Obyvatelé And používají též listy jako zeleninu. Semena je možno rovněž použít k výrobě alkoholu. V současné době se chinoa doporučuje při výživě malých dětí, protože neobsahuje lepek. Neměla by však být podávána dětem mladším 2 let,



neboť i navzdory čištění není možné vyloučit, že by mohly být ve stopovém množství obsaženy saponiny.

Box 3: Kvalita chinoi

Obsah bílkovin	15-18 %.
Perspektivní výrobky	Příprava produktů jako je rýže. Celá semena se mohou používat do polévek nebo pro přípravu müsli. Přídavky mouky do těsta apod. Obilné nápoje.
Zápory	U některých odrůd vysoký obsah antinutričních látek (saponinů).
Klady	Vysoký obsah aminokyselin a vitamínu E, vhodné výrobky pro osoby trpící celiakií.
Dostupnost výrobků	Výrobky jsou dostupné, jedná se zpravidla o importovanou produkci.



Citovaná literatura

- Aufhammer, W. (2000): Pseudogetreidearten - Buchweizen, Reismelde und Amarant, Stuttgart: Ulmer, 262 p.
- Bavec, F. (2000): *Chenopodium chinua* Willd., in Nekater Zapostavljene in/ali Nove Poljščine (Some of Disregarded and/or New Field Crops), Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, Maribor, 167 p.
- Bavec, F., Bavec, M. (2006): Organic production and use of alternative crops. Boca Raton; New York; London: Taylor & Francis: CRC Press, 241 p.
- Fao. (1970): Amino acid content of foods and biological data on proteins. FAO: Rome, Nutritional Study 24, 288 p.
- Fao/Who/Unu. (1985): Energy and protein requirements. Report of Joint FAO/WHO/UNU Meeting, Geneva.
- Galwey, N. W. (1993): The potential of quinoa as a multipurpose crop for agricultural diversification: a review. Industrial Crops and Products, 1: 101-106.
- Jacobsen, S. E. (1998): Developmental stability of quinoa under European conditions. Industrial Crops and Products 7: 169-174.
- Koziol, M. J. (1992): Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Food Composition Analysis, 5: 35-68.
- Moudrý, J. (2004): Alternativní plodiny aneb nahraďme kvantitu kvalitou. Agro 10: 12-13.
- Moudrý, J., Bárta, J., Bártová, V., Bubeník, J., Diviš, J., Dostálová, R., Hýbl, M., Konvalina, P., Ondřej, M., Peterka, J., Pexová Kalinová, J., Ponížil, A., Seidenglanz, M., Stražil, Z., Šmirouz, P., Štolcová, M., Vaculík, A. (2011): Alternativní plodiny. Praha: Profi Press, 144 p.,
- Mujica, A., et al. (2001): Chinoa (*Chenopodium chinua* Wild) Ancestral cultivo Andino, alimento del presente y futuro, project FAO presentation, Santiago Chile.
- Przybylski, R., Chauhan, G. S., Eskin, N. A. M. (1994): Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) lipids. Food Chemistry 51: 187-192.



10. Příloha

Obrazová galerie





Obrázek 1: Pšenice jednozrnka (*Triticum monococum* L.)

**Obrázek 2: Pšenice dvouzrnka [*Triticum diccicum* (Schrunk)
Schuebl.]**



Autor: VÚRV, v.v.i.



Obrázek 3: Špalda (*Triticum spelta* L.)

Obrázek 4: Ječmen nahý [*Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* (L.) KOERN. var. *nudum* L.]



Autor: Petr Konvalina



Obrázek 5: Oves nahý (*Avena sativa* var. *nuda* L.)



Autor: Madeline McKeever



Obrázek 6: Pohanka (*Fagopyrum esculentum* Moench.)

Autor: Petr Konvalina



Obrázek 7: Proso (*Panicum miliaceum* L.)



Autor: Petr Konvalina



Obrázek 8: Amarant (*Amaranthus* L.)



Autor: Dagmar Janovská

Obrázek 9: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)



Autor: Dagmar Janovská



Název: Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin
v ekologickém zemědělství

Editor: Petr Konvalina

Autoři: Heinrich Grausgruber, Dagmar Janovská, Martin Káš
Petr Konvalina, Jan Moudrý, Jiří Peterka, Zdeněk Štěrbá

Recenzenti: Elisabeth Zechner, Sandra Berger, Petr David

Vydal: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Vydání: 1.

Počet stran: 170

Náklad: 200

Tisk: Tiskárna Vlastimil Johanus, České Budějovice

ISBN: 978-80-87510-22-3





**Pěstování a využití
minoritních obilnin
a pseudoobilnin
v ekologickém
zemědělství**

Petr Konvalina (Ed.)

ISBN 978-80-87510-24-7



9 788087 510247