



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Vliv vybraných agrotechnických faktorů
na výnos a kvalitu zrna vybraných druhů obilnin**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Tamara Dryšlová, Ph.D.

Vypracovala:
Markéta Burgetová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna vybraných druhů obilnin vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše

V Brně dne: 24. 4. 2017

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Tamaře Dryšlové, Ph.D. za vedení, pomoc a cenné odborné rady při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji své rodině a nejbližším za podporu a zázemí během celého mého studia.

ABSTRAKT

V bakalářské práci byl charakterizován současný stav pěstování stěžejních druhů obilnin (pšenice, ječmen, kukuřice) a celková struktura plodin v České republice. Byly charakterizovány zvolené druhy obilnin (hospodářský význam, biologická charakteristika, pěstební technologie, kvalitativní parametry). Dále byly v bakalářské práci analyzovány pokusy s pěstováním obilnin v různých podmínkách. V pokusech se sledovaly různé způsoby zpracování půdy (orba, redukované zpracování, bezorebná technologie, setí do mulče), předplodiny a jejich vliv na výnos a kvalitu zrna.

Klíčová slova: obilniny, výnos a kvalita zrna, předplodina, zpracování půdy

ABSTRACT

The bachelor thesis describes the current state of cultivation of the main types of cereals (wheat, barley, maize) and the overall structure of crops in the Czech Republic. Selected types of cereals were described (economic importance, biological characteristic, growing technologies, qualitative parameters). In bachelor thesis have been analyzed the experiments with cereals growing under different conditions. Various methods of soil treatment were observed in the experiments (plowing, reduced processing, no tillage technology, mulching), previous crops and their impact on yield and grain quality.

Key words: cereals, grain yields and quality, previous crop, soil tillage

OBSAH

1	ÚVOD.....	7
2	CÍL PRÁCE.....	8
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
3.1	Vývoj ploch pěstování hlavních obilnin v ČR	9
3.2	Situace celkové struktury plodin v ČR.....	10
3.3	Charakteristika vybraných druhů obilnin (pšenice, ječmen, kukuřice).....	10
3.3.1	Hospodářský význam obilnin	10
3.3.2	Biologická charakteristika obilnin	11
3.4	Pěstební technologie vybraných druhů obilnin	21
3.4.1	Pšenice.....	21
3.4.2	Ječmen	27
3.4.3	Kukuřice	31
3.5	Kvalitativní parametry	35
3.5.1	Kvalitativní parametry pšenice	35
3.5.2	Kvalitativní parametry ječmene.....	36
3.5.3	Kvalitativní parametry kukuřice	37
3.6	Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna vybraných druhů obilnin	39
3.6.1	Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna pšenice....	39
3.6.2	Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna ječmene..	44
3.6.3	Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna kukuřice .	47
4	ZÁVĚR.....	51
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ	53
6	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
7	SEZNAM TABULEK	57

1 ÚVOD

Intenzivní (konvenční) zemědělství je zaměřeno na vysokou produkci. S tím úzce souvisí velká spotřeba materiálových a energetických vstupů do produkčního procesu. Zvyšování produkce ale dnes už není jedinou prioritou. Současná společnost vedle udržení zemědělství sleduje i udržení obyvatelného prostředí. „*Zemi totiž nedědíme po našich předcích, ale půjčujeme si ji od našich dětí*“ (Antione de Saint-Exupéry, 1900-1944). Důležité je tedy nejen kvalitně a v dostatečném množství vypěstovat to, co potřebujeme, ale rovněž zachovat životní prostředí pro další generace. Studium přírodních věd se dá na oba směry zaměřit a najít mezi nimi rovnováhu.

Úkolem pěstitele rostlin je v první řadě vyprodukovat dostatek surovin či kvalitních potravin rostlinného původu, který postačí potřebě obyvatelstva. Pěstuje potraviny buď pro přímý konzum, jako jsou brambory, luštěniny, obiloviny, zelenina a ovoce, ale i suroviny pro potravinářský průmysl. Dalším důležitým posláním pěstitele je zajistit krmení pro hospodářská zvířata. Touto cestou zajišťuje také potřebu obyvatel živočišnými produkty. Potravinářství ale není jediné odvětví průmyslu, které zpracovává zemědělské produkty. Bez vypěstovaných rostlin se neobejde farmaceutický, textilní ani papírenský průmysl. Zemědělec dále zásobuje průmysl stavebních hmot, obalových materiálů a dnes velmi důležitý energetický průmysl. Z pohledu životního prostředí má zemědělství krajínotvornou, vododržnou a estetickou funkci.

Výživa lidstva spočívá hlavně na produkci obilnin. Celosvětově nejpěstovanější obilniny jsou především pšenice, rýže a kukuřice. V rámci České republiky je kromě pšenice a kukuřice na důležitém postu také ječmen. U nás tvoří obilniny největší část pěstovaných plodin na orné půdě. Téma obilnin, zvláště pšenice, ječmene a kukuřice je tedy oprávněně důležité. Ráda bych touto cestou shrnula základní poznatky o charakteristice obilnin, o jejich pěstebních technologiích a vybraných faktorech, které ovlivňují výnos a kvalitativní parametry zrna.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo:

1. V literárním přehledu charakterizovat současný stav pěstování stěžejních druhů obilnin pěstovaných v České republice a rozebrat celkovou situaci struktury plodin v ČR.
2. U zvolených druhů popsat jejich biologickou charakteristiku, tvorbu výnosu a základní kvalitativní parametry zrna obilnin.
3. Pomocí rešeršního šetření analyzovat vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna obilnin se zaměřením na pšenici, ječmen a kukuřici.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Vývoj ploch pěstování hlavních obilnin v ČR

Celková plocha obilovin v roce 2016 poklesla v porovnání s předchozím rokem. Přesto, při pohledu z dlouhodobého hlediska, se osevní plocha pěstovaných obilovin příliš nemění (ČSÚ, 2016). Vývoj osevních ploch v letech 1990-2016 můžeme vidět v tabulce 1.

Tab. 1 Vývoj osevních ploch v letech 1990-2016 v ha (ČSÚ, 2016).

Rok	Veškeré plodiny	Obiloviny celkem	Z toho:			
			Pšenice	Ječmen	Kukuřice na zrna	Ostatní obiloviny
1990	3 270 963	1 652 169	823 063	552 490	44 941	231 675
1995	3 104 249	1 581 341	831 992	560 218	27 315	161 816
2000	3 020 564	1 647 507	972 711	496 382	39 317	139 097
2005	2 657 881	1 593 487	820 440	521 527	79 981	171 539
2010	2 495 859	1 459 505	833 577	388 925	99 945	137 058
2015	2 457 465	1 403 430	829 820	365 946	93 575	114 089
2016	2 463 854	1 351 910	839 710	325 725	79 303	107 172

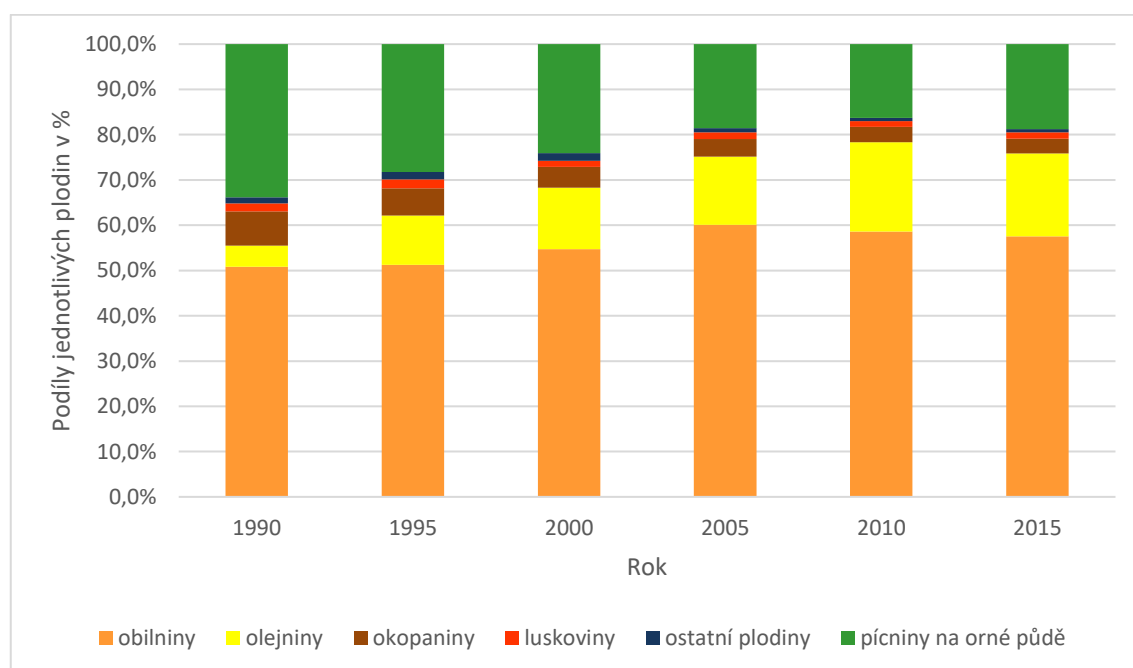
Pokud porovnáme osevní plochy obilovin v roce 2016 s předchozím rokem 2015, je struktura plodin velmi podobná. Z ozimých obilovin se zaselo více ozimé pšenice (o 4,4 %). Naopak nejvyšší pokles ploch (o 2,2 %) byl zaznamenán u ječmene jarního (MZe, 2016). Osevní plochy vybraných obilovin jsou zaznamenány v tabulce 2.

Tab. 2 Osevní plochy vybraných obilovin v roce 2016 v ha (ČSÚ, 2016).

Plodina	Plocha v ha
Pšenice celkem	839 710
• Pšenice ozimá	809 111
• Pšenice jarní	30 600
Ječmen celkem	325 725
• Ječmen ozimý	104 007
• Ječmen jarní	221 719
Kukuřice na zrna	79 303
Kukuřice na zeleno a na siláž	234 396

3.2 Situace celkové struktury plodin v ČR

Struktura veškerých plodin na orné půdě se z dlouhodobého hlediska výrazně mění. V rozmezí let 1990-2015 se rozrůstají plochy obilnin a olejnin na úkor píce a okopanin. Procento luskovin se nijak výrazně nemění, plocha ostatních plodin velmi mírně klesá. Z pěstovaných olejnin tvoří největší část řepka, z obilnin je to pšenice ozimá. Do ostatních plodin jsou zahrnuty následující: zelenina, kořeninové rostliny, léčivé rostliny a ostatní technické plodiny (ČSÚ, 1996; 2006; 2011 a 2015). Struktura plodin je znázorněna na obrázku 1.



Obr. 1 Celková struktura plodin v ČR (1990-2015) po pěti letech (ČSÚ, 1996; 2006; 2011 a 2015).

3.3 Charakteristika vybraných druhů obilnin (pšenice, ječmen, kukuřice)

Obilniny tvoří největší část pěstovaných plodin v České republice. V roce 2016 tvořily osevní plochy obilovin celkem 1 351 910 ha (ČSÚ, 2016).

3.3.1 Hospodářský význam obilnin

Obilniny představují pro lidstvo jeden z hlavních zdrojů potravy. Z obilovin se pečou chléb, vyrábí se těstoviny, vaří se pivo a mnohé další. Pro potravinářské účely jsou nej-

častěji využívány pšenice ozimá, ječmen jarní a kukuřice (Chloupek, Procházková, Hrudová; 2009).

Obiloviny (zrna), ale i celé rostliny jsou zkrmovány zvířatům. Pro takové využití jsou možné různé způsoby úprav, jako například sušení nebo silážování píce. Dalším možným využitím obilnin je k výrobě lihu, škrobu nebo léků (Zimolka a kol., 2008).

3.3.2 Biologická charakteristika obilnin

Obilniny patří mezi jednoleté plodiny v jarních nebo ozimých formách.

Z hlediska odlišností morfologických znaků, fyziologických vlastností a nároků obilniny rozdělujeme do dvou skupin. Do první skupiny patří pšenice, ječmen, žito, oves, triticales. Do druhé řadíme kukuřici, rýži, čirok, proso, čumizu, mohár a další (Zimolka a kol., 2008). Charakteristika skupin obilnin je uvedena v tabulce 3.

Tab. 3 Charakteristika skupin obilnin (Zimolka a kol., 2008).

I. skupina	II. skupina
Obilka má na břišní straně podélnou rýhu	Obilka je bez rýhy
Tvoří se více zárodečných kořínků	Tvoří se jeden zárodečný kořínek
Internodia stébla jsou dutá	Stéblo je vyplněno dřevem
Stéblo je kolénky rozděleno na 5-7 článků	Stéblo je rozděleno na 8 a více článků
V kláscích se lépe vyvíjejí spodní kvítky	Lépe se vyvíjejí horní kvítky
Jsou ve formách jarních i ozimých	Jsou pouze jarní formy
Mají menší nároky na teplo	Mají vyšší nároky na teplo
Mají větší nároky na vláhu	Mají menší nároky na vláhu
Většinou jsou dlouhodobní	Většinou jsou krátkodobní
Mají rychlejší počáteční růst	Mají pomalejší počáteční růst

3.3.2.1 Růst a vývoj obilnin

Celý životní cyklus obilnin je provázen růstem, přírůstkem organické hmoty, diferenciací, rozrůzněním buněk, pletiv a orgánů a jejich prostorovým uspořádáním. Buňky se při těchto procesech kvantitativně množí, ale též dochází k jejich kvalitativnímu rozrůznění. Takovouto diferenciací pak dochází i k rozdílu mezi jednotlivými tkáněmi i orgány (Petr, Húska a kol., 1997).

Z praktického hlediska můžeme životní cyklus rostliny rozdělit na dvě období. Prvním z nich je období vegetativní, kam můžeme zařadit fáze klíčení obilky, vzcházení a

odnožování. Období generativní pak zahrnuje sloupkování, metání, kvetení a zrání. Fáze v těchto dvou obdobích rozlišují momentální stav rostlin v porostu, podle kterého se určují optimální termíny vhodné k agrotechnickým zásahům. Bylo vytvořeno více takových stupnic s jednotlivými fázemi. První z nich je stupnice dle Feekese, rozšířená Petrem na 12 fází, další podle Kupermanové a dnes je převažující Zadoksova stupnice s desetinným kódem DC (Zimolka a kol., 2005). Srovnání a popis jednotlivých fází je uvedeno v tabulce 4.

Popis etap organogeneze vzrostného vrcholu obilnin podle Kupermanové

I. etapa: Vzrostný vrchol vytváří polokulovitý útvar, je jednoduchý, nediferencovaný. Jeho velikost je 0,3 – 0,6 mm. U základů vrcholu se tvoří první listy.

II. etapa: Vzrostný vrchol se začíná prodlužovat, má stále jednoduchý tvar. Nastává diferenciaci dělivého pletiva na budoucí články stébla, kolénka, formují se základy listů. V úžlabí každého listu se vytvoří nový vzrostný vrchol, který pak tvoří základ budoucí odnože.

III. etapa: Vrchol se prodlužuje a začíná rýhování – vytváření valů. V závislosti na podmínkách průběhu tohoto období a na výživě, dostatku vláhy a tepla se formuje délka budoucího klasu.

IV. etapa: Začínají se tvořit kláskové hrbolky a vzrostný vrchol už připomíná tvar budoucího klasu. Formuje se určitý počet klásků, v závislosti na odrůdě. Kolénka pod vzrostným vrcholem se od sebe vzdalují – tím začíná sloupkování. Rostlina přechází z vegetativního do generativního období.

V. etapa: Nastává formování kvítků – zakládají se kvítkové hrbolky, probíhá jejich diferenciaci. Tuhle širokou etapu dělíme na tři podetapy:

V. a): Na kláskovém hrbolku se začíná tvořit polokulovitý útvar ohraničený rýhou. Ten se později dělí na základy kvítků, rýha je základem budoucí plevy.

V. b): Kláskový hrbolček se dále diferencuje na tři i více polokulovitých útvarů – základů jednotlivých kvítků. V tuhle dobu se tedy určuje počet zrn.

V. c): Nyní se vytváří základy prašníků a pestíků.

VI. etapa: Dochází k diferenciaci prašníků a pestíků, pokračuje tvorba obalových složek klásků a kvítků. Stále probíhá sloupkování.

VII. etapa: Dokončuje se formování prašníků a pestíků. Prodlužují se tyčinky, rostou květní obaly. Dále se prodlužují články klasového vřetene, rostou osiny.

Další etapy lze definovat pomocí fenologických fází: VIII. etapa: metání, IX. etapa: kvetení, X. etapa: tvorba obilky, XI. etapa: mléčná zralost, XII. etapa: žlutá a plná zralost (Zimolka a kol., 2005).

Tab. 4 Makrofenologická a mikrofenologická stupnice obilnin (Zimolka a kol., 2005).

Název fáze	Popis růstových fází	Označení fází		
		DC	Feekes	Etapa Kuper.
Vzcházení	Objevení blanité pochvy na povrchu půdy (1. list stočen uvnitř)	10	1	I.
První listy	Fáze 1.- 4. listu (2. vyrůstá z pochvy 1. listu)	11-14	1.1-1.4	I.
Oдноžování	Začátek odnožování, 1. viditelná odnož	21	2	I.-II.
	Plné odnožování, odnože mají vytvořeny listové čepele	25	3	II.
	Začátek prodlužování listových pochev	29	4	III.-IV.
Sloupkování	Rychlé prodlužování listových pochev a vzpřimování rostlin	30	5	IV.
	1. kolénko hmatné na hlavním stéble	31	6	V. a
	2. kolénko hmatné	32	7	V. b-VI.
	3. – 6. kolénko	33-36		
	Objevení posledního listu	37	8	VI.-VII.
	Objevení jazýčku posledního listu	39	9	VII.
	Naduřování listové pochvy	43	10-10.1	VII.
	Viditelné osiny	49		
Metání	1. viditelný klásek klasu	51	10.2	VIII.
	Celý klas vymetaný	59	10.5	IX.
Kvetení	Objevení prašníků – zaschlé prašníky	61-69	10.5.1-3	IX.
Zrání	Mléčná zralost – obilka má konečnou velikost, obsah vodnatý, mlékovitý	71-77	11.1	X.-XI.
	Vosková zralost – obsah obilky měkký, tvárný	83-85	11.2	XI.
	Žlutá zralost – obsah obilky pevný, dá se rýpat nožem	87	11.3	XI.
	Plná zralost - obilka tvrdá, rostlina zaschlá	91	11.4	XII.

3.3.2.2 *Tvorba výnosu obilnin*

Mezi všemi kulturními rostlinami jsou to právě obilniny, které mají jednu z největších schopností využívat vegetační faktory a prostředí pro tvorbu svého výnosu (Petr, Húska a kol., 1997).

Podstatou produkce rostlin je fotosyntetická produkce organické hmoty. To je důvod, proč je třeba veškerými agrotechnickými opatřeními a šlechtěním rostlin pomoci maximalizovat intenzitu fotosyntézy a co nejlépe ji využít - zvýšit transport asimilátů do hospodářsky cenných rostlinných orgánů – do zrn.

Výsledek fotosyntetické produkce se odvíjí od několika důležitých vlastností rostliny. Patří k nim velikost a výkonnost asimilačního aparátu a délka jeho aktivní funkce. Dále je to rychlost fotosyntézy, aktivita kořenového systému a distribuce asimilátů mezi orgány. Velikost asimilačního aparátu rostlin a jeho prostorové uspořádání v porostu je nejdůležitějším předpokladem pro co největší využití slunečního záření. Proto je třeba dbát na správnou organizaci porostu, utvářenou již při setí. Ovlivnit je možné počet rostlin na jednotku plochy a jejich rozmístění.

Výnos je vlastně kvantitativní vyjádření výsledků fotosyntézy. Vyjadřuje se jako hmotnost sušiny veškeré vytvořené biomasy vztažené na jednotku plochy. Takovýto výnos lze označit jako biologický. Prakticky se ale hodnotí hospodářský výnos, který je tvořen pouze využitelnými částmi rostlin. U obilnin je hlavním produktem zrno, vedlejším sláma. Není ovšem možné sklídit dokonale všechno beze zbytku, tvoří se tedy určité sklizňové ztráty a z pole se odváží tzv. hektarový výnos.

Hektarový výnos lze rozložit na početní a hmotnostní složky, tzv. výnosové prvky. U obilnin rozlišujeme následující výnosové prvky:

- počet klasů na jednotku plochy (m^2), je dán počtem rostlin na jednotce plochy a počtem stébel na jedné rostlině
- počet zrn v klasu, je tvořen počtem klásků na klasovém větvi a počtem kvítků v klásku
- hmotnost zrna (hmotnost jednoho tisíce zrn v gramech).

Dynamika tvorby jednotlivých výnosových prvků obilnin

Tyto výše uvedené výnosové prvky se tvoří postupně a navazují na sebe. Nejdříve vzejde určitý počet rostlin, potom se vytvoří odnože. Tvorba odnoží obvykle ustává

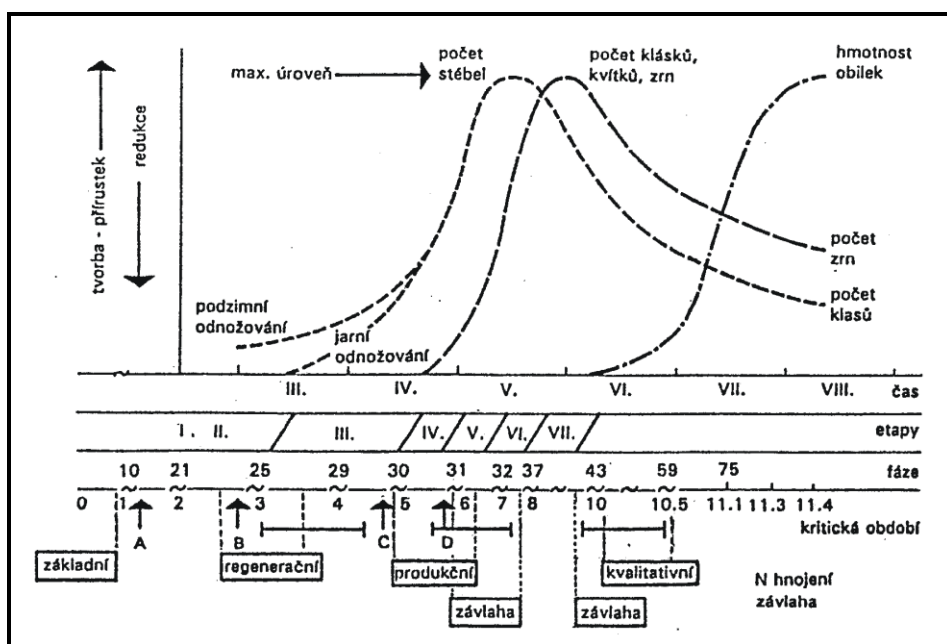
s přechodem do generativní fáze, kdy se na vzrostném vrcholu začínají tvořit kláskové hrbolky.

Ne všechny odnože však přinesou plodná stébla, některá stébla zůstávají neplodná, nebo odumře celá odnož. Dále pak ne každý klásek a kvítek v klasu přinese vždy obilku. Dochází totiž ke kvantitativní redukci zmíněných výnosových prvků.

U těchto dvou výnosových prvků rozlišujeme:

1. fázi zakládání
2. fázi maximální úrovně výnosového prvku
3. fázi kvantitativní redukce

Časový sled těchto fází umožňuje jejich vzájemnou kompenzaci v případě konkurenčních vztahů mezi stébly na jedné rostlině nebo mezi více rostlinami. Tak je zaručena určitá stabilita výnosu. Například při založení malého počtu, nebo při velké redukci předcházejícího výnosového prvku se zvýší úroveň prvků následujících. V opačném případě, pokud se založí nadměrně předcházející prvek, ten následný je pak redukován. Tyto procesy jsou nazývány kompenzací výnosových prvků v určitém porostu. Výnosové prvky lze tedy ovlivnit dvěma způsoby. Buď podpoříme tvorbu výnosového prvku, nebo omezíme redukci prvků již vytvořených (Petr, 1987). Dynamika tvorby jednotlivých výnosotvorných prvků, spolu s etapami a fázemi je znázorněna na obrázku 2.



Obr. 2 Dynamika tvorby jednotlivých výnosových prvků (Petr, 1974).

Jednotlivé výnosové prvky jsou ovlivňovány průběhem počasí, uvolňováním živin z půdy nebo škodlivými činiteli. Pěstitel může podle stavu porostu ovlivňovat výnosotvorný proces vhodnými agrotechnickými zásahy. Patří mezi ně hnojení, mechanické ošetřování, regulace plevelů, škůdců a chorob, termín sklizně apod.

3.3.2.3 Pšenice

Pšenice patří mezi nejstarší kulturní plodiny. Začátky jejího pěstování se pojí se vznikem zemědělství. Nejstarší nálezy pochází z období 8000–7500 let před n. l. (Zimolka a kol., 2008). Původně se pěstovala pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.) a pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccum* Schrank), následně pak pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.) a pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.).

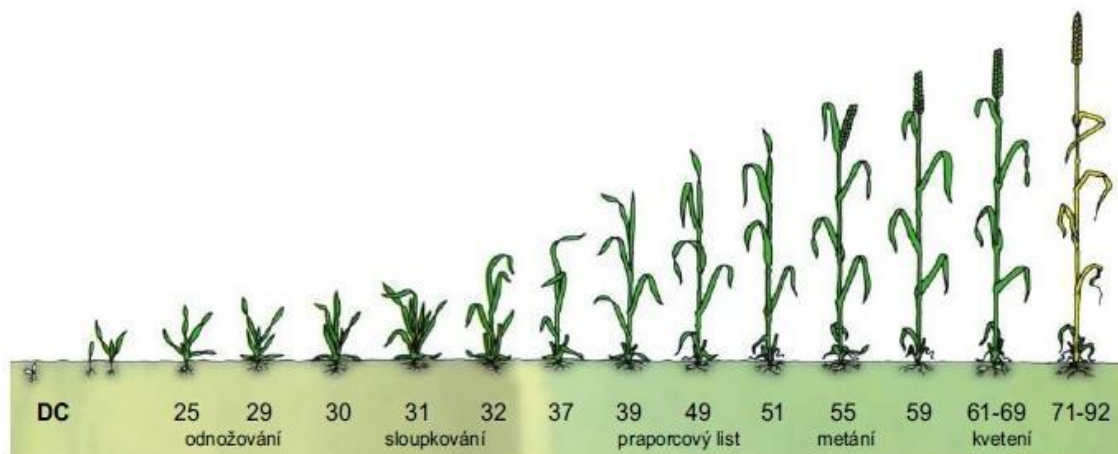
Podle počtu chromozomů v somatických buňkách se pšenice zpravidla dělí na tři podrody: diploidní ($2n = 14$), tetraploidní ($2n = 28$) a hexaploidní ($2n = 42$).

Rod pšenice (*Triticum* L.) patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Plodem pšenice je obilka. Ta může mít v závislosti na druhu různý tvar, klíček a různé ochmýření. Má tři části: obaly, endosperm (jádro) a embryo (zárodek). Obaly obilky tvoří oplodí a osemení. Pěstitelsky významná pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.) má obilku sklovitou, trojhrannou, neochmýřenou s vpadlým klíčkem. Ještě významnější, celosvětově i u nás nejpestovanější pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) má obilku buclatější, na řezu oblou s mírně vystoupklým klíčkem a na protilehlé straně ochmýřenou.

Na hřbetní straně obilky je štítkem uložen zárodek. Na jeho apikální straně se nachází vegetační vrchol s listy, na protilehlé je hypokotyl a základy kořínků. Při klíčení obilky pronikne prostřední kořínek (tzv. radícula) oplodím, vznikne primární kořínek, spolu s ním se objeví kořeny adventivní (vedlejší). Jakmile se obilka kořínky nadzvedne k povrchu půdy, započne intenzivní růst prvního zeleného listu. Při vytvoření prvních listů vznikne odnožovací uzel. Z něj vytvořené odnože pak vypustí další kořeny a vytvoří svazčitý kořenový systém. V horní části odnožovacího uzlu je vzrostný vrchol, který je základem budoucího klasu a místem tvorby listů. Listy má pšenice přisedlé, složené z čepele a pochvy, na jejichž přechodu je jazýček a po stranách pár oušek. Tyto znaky se používají při rozlišení jednotlivých druhů obilnin.

Následně rostlina vytvoří stéblo. To je směrem ke klasu duté, zpravidla tvořeno pěti články, oddělenými kolénky. Kolénka jsou kryta a zpevněna listy. Květenstvím pšenice

je složený klas, jehož osou je vřeten. Na něj přisedají jednotlivé vícekvěté klásky. Ty jsou tvořeny dvěma plevami, dvěma až pěti kvítky, plevou a pluškou. U osinatých klasů vyrůstá z pluchy osina. Kvítky mají pestíky a tyčinky, pestík je složen ze dvou blizen a semeníku. Tyčinky jsou složeny z nitek a prašníků s pylem (Zimolka a kol., 2005). Jednotlivé fáze pšenice ozimé jsou na obrázku 3.



Obr. 3 Zadoksova stupnice s desetinným kódem pro ozimou pšenici (Škarpa, 2010).

Tvorba výnosu pšenice ozimé

Porost pšenice se zakládá výsevkem určitého počtu klíčivých obilek, kterých se nejčastěji vysévá 400-500. Tento počet se během klíčení, vzcházení, přezimování a jinými vlivy snižuje. Rostliny jsou redukovány nejvíce vlivem průběhu počasí, výskytu škodlivých činitelů nebo též chybou v agrotechnice. První důležitou podmínkou pro tvorbu výnosu je počet rostlin na plošné jednotce. Na jaře by počet rostlin pšenice ozimé měl být 250-300 (400) na 1 m². V dalších fázích růstu se tvoří odnože, jejichž počet může přesahovat až 2000 na 1 m². V období sloupkování by měl být počet silných stébel 1600-1900 na 1 m². V době sklizně by mělo zůstat 600-750 klasů na 1 m². Hustota porostu na jaře při přechodu do generativní fáze velmi ovlivňuje produktivitu budoucího klasu. Pokud je porost příliš hustý, vlivem mezistébelné konkurence se založí menší počet klásků a kvítků. Reálně se na průměrném klasu vytvoří 28-35 zrn. Počet obilek na 1 m² se pohybuje v rozmezí 16 000-22 000, představují úložnou kapacitu porostu. Pokud by byl počet obilek větší, jejich hmotnost by se snížila (Petr, Húska a kol., 1997).

3.3.2.4 Ječmen

Pěstování ječmene se pojí se vznikem zemědělství, stejně, jako je tomu u pšenice. Stále je ale sporné, který ječmen se pěstoval dříve, zda víceřadý nebo dvouřadý. V našich zemích je prokázáno pěstování ječmene v době asi 500 let př. n. l. Původně byl pěstován jako potravina, z části jako krmivo a též jako léčivá rostlina. K většímu rozmachu pěstování došlo se zavedením čtyřhonných osevních postupů – Norfolku.

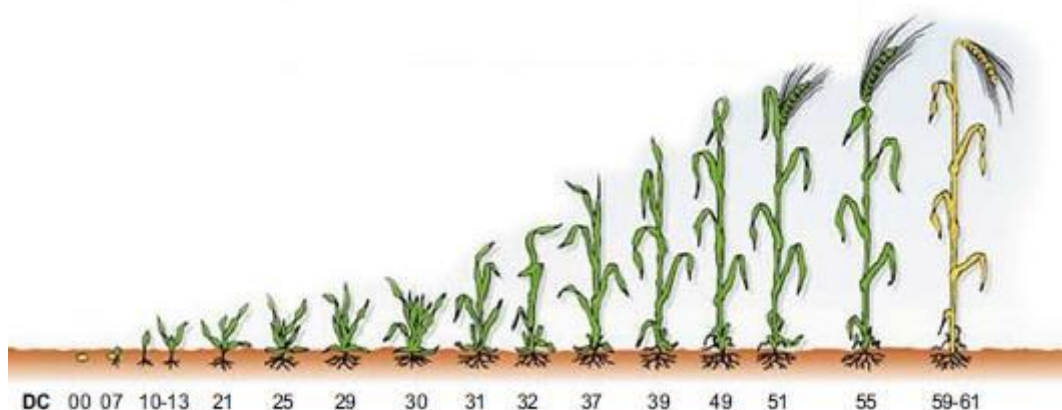
Kulturní odrůdy ječmene se řadí do diploidního druhu ($n = 14$) ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.), který se dále dělí na convariety:

- Ječmen setý, víceřadý (*Hordeum vulgare*, convar. *vulgare*), u něj se dále rozlišují dva typy: šestiřadý a čtyřřadý, oba se u nás pěstují v ozimé formě
- Ječmen setý, přechodný (*Hordeum vulgare*, convar. *intermedium*)
- Ječmen setý, dvouřadý (*Hordeum vulgare*, convar. *distichon*)

Obilka ječmene v našich oblastech je světle žluté barvy. U pluchatého ječmene je na hřbetní straně kryta pluchou. Podélnou rýhu obilky zakrývá pluška. Pod těmito vrstvami se nachází oplodí (perikarp) a osemení (testa), jež obalují celý vnitřek – zárodek a endosperm. V zárodku jsou základy zárodečných kořínků.

Z našich obilnin tvoří ječmen nejvyšší počet (4-10) zárodečných kořínků. V době odnožování z bazálních podzemních uzlů vyrůstají kořínky adventivní. Na jednu odnož jich připadá 3-8. Stéblo ječmene tvoří 4-8 článků (internodií), které jsou odděleny kolénky (nody). Je vysoké 0,80-1,30 m. Z podzemního uzlu se tvoří boční větve – odnože, které pak vypustí další adventivní kořeny. Listy jsou u ječmene pravotočivé, pochva listu vyrůstá z hodní části kolénka. V místě, kde pochva přechází v čepel, je zakončena rovným jazýčkem, který vybíhá v dlouhá, překrývající se ouška.

Květenstvím je složený nerozvětvený klas (lichoklas), tvořený smáčknutým vrčetem, na stranách obrveným. Je rozděleno na jednotlivé články se třemi klásky (jednokvětými), jejichž plodnost či sterilita určuje řadovost ječmene (víceřadé nebo dvouřadé). Jednotlivé kvítky jsou chráněny pluškou a pluchou, která může vybíhat v dlouhou osinu. U pluchatých ječmenů plucha i pluška s obilkou srůstá, u nahých se při výmlatu lehce odděluje. Kvítek obsahuje semeník se dvěma bliznami, třemi tyčinkami s dlouhými nitkami a podlouhlými dvoupouzdrými prašníky (Zimolka a kol., 2006). Jednotlivé fáze jarního ječmene jsou na obrázku 4.



Obr. 4 Zadoksova stupnice s desetinným kódem pro jarní ječmen (Prokúpková, 2013).

Tvorba výnosu ječmene jarního

Ječmen je plodina, která vytváří výnos především počtem klasů. Nejdůležitějším obdobím pro tvorbu počtu produktivních stébel a zrn v klase je fáze druhého až třetího listu a polovina sloupkování. Tehdy dochází k utváření základů těchto výnosotvorných prvků i k jejich redukci. Optimální počet klasů na 1 m² by se měl pohybovat v rozmezí 900-1000. Cílem je zajistit 2-3 produktivní stébla na rostlinu, ale přesto je třeba zajistit dostatečný počet odnoží, včasné založení a vyrovnaných. Důvodem je jejich minimálně 30% redukce, budou tedy redukovány pouze ty slabší.

Velmi negativní důsledky na proces odnožování má působení plevelů nebo napadení padlím travním. Naopak pozitivní účinek mají regulátory růstu na podporu odnožování a srovnání odnoží. Další pozitivní účinek má přihnojení dusíkem, nejlepší variantou je dodat dusík přímo při seti pod patu.

Při utváření výnosových prvků je třeba respektovat specifika odrůdy a vliv předplodiny. K hlavním faktorům, kterými předplodina ovlivňuje výnosové prvky, patří půdní struktura, mineralizace dusíku, množství organických zbytků a rychlost jejich rozkladu. Optimální počet klasů je dosaženo po cukrovce. Naopak nevhodnou předplodinou je obilnina (ozimá pšenice) nebo kukuřice na zrno, po nich je třeba využít vyšších výsevků (okolo 4,5 MKS) a intenzivnější podpory odnožování. Pokud je předplodinou řepka, dochází v důsledku zvýšeného uvolňování minerálního dusíku v průběhu odnožování k nadměrnému zahušťování. Po řepce tedy stačí výsevek 3,5-4,0 MKS (Zimolka a kol., 2008).

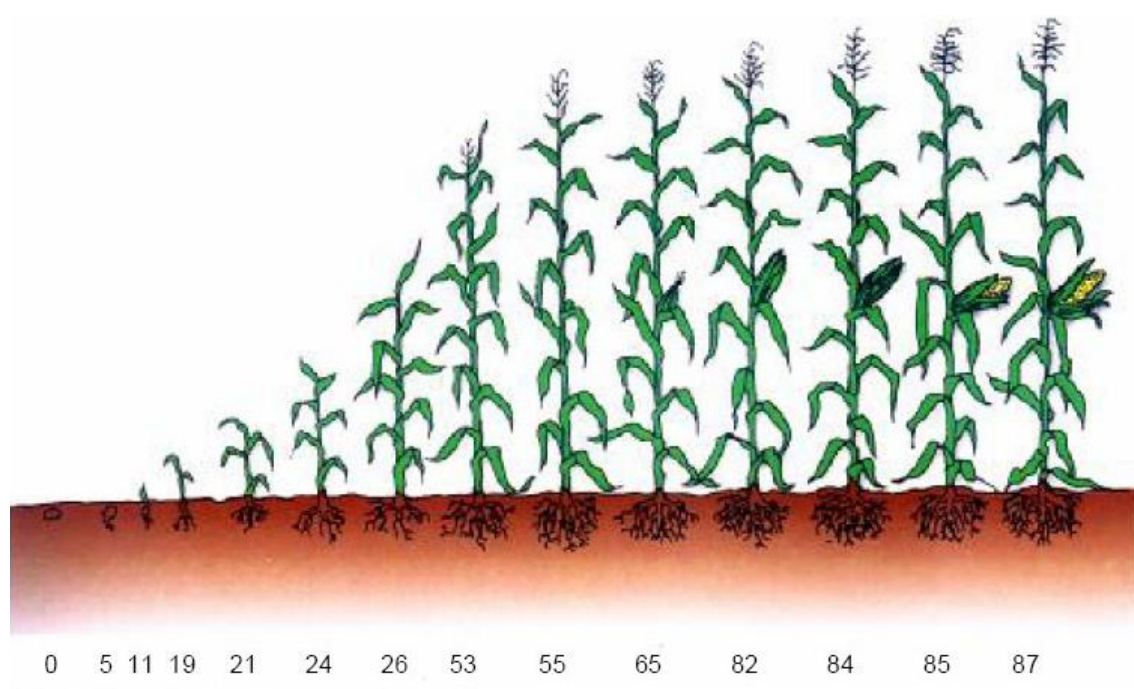
3.3.2.5 *Kukuřice*

Kukuřice je spolu s pšenicí a rýží nejvýznamnější obilninou pro lidskou výživu. Dnes je též významnou krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou. Kukuřice je z těchto tří plodin nejen nejproduktivnější, ale též poskytuje nejlepší předpoklady pro další růst svých výnosů. Důkazy o původu díky archeologickým nálezům pochází ze Střední a Jižní Ameriky. První písemné zmínky pochází až z doby po objevení Ameriky (r. 1492).

Kukuřici můžeme rozdělit podle tvaru a charakteru zrna na tyto poddruhy: kukuřice koňský zub, obecná – tvrdá, polozubovitá, pukancová, cukrová, škrobnatá, vosková a plevová.

Kukuřice je jednoletá rostlina, jednodomá, cizosprašná, různopohlavní s prašníkovými (samčími) a pestíkovými (samičími) květy, které jsou uspořádány do oddělených květenství (laty a palice). Odděleným květenstvím se výrazně odlišuje od jiných obilnin. Tvar zrna se mění podle umístění na palici, mohou být zploštělá nebo zcela kulovitá. Také barva zrn se pohybuje v široké škále. Zrno kukuřice má vždy jen jeden zárodečný kořínek a různý počet prvotních kořenů postranních. Později se vytvoří adventivní kořeny, které pak tvoří hlavní část kořenového systému. Patří k nim také vzdušné (opěrné) kořeny, ty mohou rostlinu chránit před poléháním. Kukuřice zakořeňuje do hloubky 1,5-3,0 i více metrů.

Stéblo dosahuje výšky 1,2-3,0 m, je vzpřímené a dužnaté, na povrchu hladké, směrem nahoru se zužuje. Je zásobním orgánem, je složené z článků a plných kolének. Články nesou samičí květenství (klas), umístěné ve střední části stébla, nejvyšší článek nese latu (samčí květenství). Z každého článku vyrůstají střídavě vstřícné listy. Ty má kukuřice široké, dlouze kopinaté. Jejich široká, šikmo vzhůru postavená čepel pomáhá rostlině využít i nepatrných srážek a odvádět je ke kořenům (Zimolka a kol., 2008). Jednotlivé fáze pro kukuřici jsou na obrázku 5.



Obr. 5 Zadoksova stupnice s desetinným kódem pro kukuřici (Ryant a Borovcová; 2015).

Tvorba výnosu kukuřice

Kukuřice je odlišná od ostatních zemědělských plodin tím, že má odlišné reakce na pěstování a výživu. Je to dáno tím, že je rostlinou typu C4. Má tedy vyšší nároky na teplotu vzduchu i půdy, ale dokáže efektivně využít živiny a prostředí pro tvorbu výnosu (Ryant a Borovcová; 2015).

3.4 Pěstební technologie vybraných druhů obilnin

3.4.1 Pšenice

3.4.1.1 Volba předplodiny pro pšenici

Předplodina ovlivňuje výživu následné plodiny, rozvoj škodlivých činitelů a samozřejmě také vodní režim půdy. Obilniny, zvláště pšenice ozimá, jsou velmi náročné na předplodinu. Velmi dobré předplodiny, tzv. zlepšující, pomáhají zajistit stabilní a vyšší výnos. Naopak nevhodné, zhoršující předplodiny, musí pěstitel kompenzovat vyššími dávkami hnojiv, chemickou ochranou proti plevelům a škůdcům a jinými zásahy.

Pro pšenici ozimou jsou vhodné jeteloviny, s výjimkou suchých oblastí, kde vojtěška vyčerpává půdu. Dále pak luskoviny, olejnin, včas sklizené hnojené okopaniny,

organicky hnojená silážní kukuřice. Zařazení pšenice po obilninách není vhodné, z důvodu nutnosti zvětšit dávky průmyslových hnojiv (Petr, Húska a kol.; 1997).

Pro jarní pšenici jsou vhodné stejné předplodiny jako pro ozimou formu, Navíc ji můžeme zařadit i po pozdě sklizených okopaninách. Také ji můžeme zaset po vymrznutí ozimé pšenici, jako náhradu (Křen a kol., 2015).

3.4.1.2 Zpracování půdy k pšenici

Volba technologie zpracování půdy by se měla přizpůsobit konkrétním podmínkám pěstování. Důležité je přihlížet ke stanovištním podmínkám, k osevnímu postupu, způsobu naložení s posklizňovými zbytky i stavu samotné půdy po sklizni předplodiny (Hůla, Procházková a kol., 2008).

Pokud jsou způsoby zpracování půdy včasné a vhodně zvoleny, zásadně ovlivňují počet rostlin po vzejití, po přezimování, ale také rozhodují o zaplevelení a výskytu chorob.

Při tradičním způsobu zpracování půdy po sklizni předplodiny přichází první na řadu podmítka. Ovlivňuje rychlejší tlení posklizňových zbytků i rychlejší vzejití plevelů. Provádí se v sušších oblastech 0,12-0,15 m, ve vlhčích mělčeji. Následuje seťová orba, v termínu 2-3, lépe 4 týdny, po víceletých pícninách až 6 týdnů před setím. Provádí se na střední hloubku (0,18-0,22 m), mění se podle předplodiny. Důležité je přirozené slehnutí půdy před setím. Čím kratší doba následuje mezi orbou a setím, měla by být orba mělká.

Další variantou zpracování půdy je její částečné zpracování. Provádí se talířovými nebo radličkovými podmítači, vibračními nebo rotačními branami ve spojení s pěchovacími válci a secím strojem. Možné je použít i kypřiče nebo pluh. Dochází k mělkému zapracování organických zbytků, rychlejší mineralizaci a lepšímu přístupu živin ke vzcházejícím rostlinám.

Možné je i setí přímo do nezpracované půdy. Tato technologie je vhodná po pozdě sklizených okopaninách a silážní kukuřici. Pomáhá v suchých podmínkách, na zhutnělé půdy nebo půdy ohrožené erozí. Problémem ovšem může být rozmnožování plevelů a velké množství organických zbytků.

V případě jarní pšenice zůstává podzimní orba, po dříve sklizených předplodinách je vhodná podmítka. Jarní přípravou je třeba zabezpečit vhodné vláhové podmínky, provzdušnění ornice a přípravu seťového lůžka v hloubce 30-50 mm (Zimolka a kol., 2005).

Obilniny obecně příznivě reagují na minimalizační technologie, tedy na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. U ozimé pšenice jsou tyto způsoby zpracování půdy velmi často využívány. Vhodné je použít je na středně těžkých půdách s vyšší přirozenou úrodností, v sušších podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti (Hůla, Procházková a kol., 2008).

3.4.1.3 Volba odrůdy a setí pšenice

Nabídka odrůd ozimé i jarní pšenice je zpracována dle ÚKZÚZ, Seznam doporučených odrůd, 2016 (Tabulka 5 a 6). Vybrány jsou odrůdy s největší množitelskou plochou (seřazeny od největší po nejmenší), vždy ke každé jakostní kategorii několik příkladů.

Tab. 5 Doporučené odrůdy ozimé pšenice 2016 (ÚKZÚZ, 2016).

Jakostní kategorie	Doporučená odrůda ozimé pšenice
E – elitní	Genius, Evina, Annie, Fabius
A – kvalitní	Patras, Turandot, Matchball, Rumor, dále: Bohemia, Dagmar
B – chlebová	Tobak, Seladon, Gordian
C – nevhodná pro pekařské využití	Vanessa, KWS Ozon

Tab. 6 Doporučené odrůdy jarní pšenice 2016 (ÚKZÚZ, 2016).

Jakostní kategorie	Doporučená odrůda jarní pšenice
E – elitní	Astrid, KWS Scirocco
A – kvalitní	Tercie, KWS Chamsin, Anabel, Izzy
B – chlebová	Seance, Quintus

Setí je jedním z nejdůležitějších článků zakládání porostů. Pokud se podcení nebo zanedbá, těžko se napravuje a chyba se projevuje až do sklizně a do kvality sklizené produkce. Úkolem setí je prostorově rozmístit obilky do půdního prostředí tak, aby každá měla ideální výživnou plochu a byla v rovnoměrné hloubce. Vytvoří se tím vyrovna-

ný porost. V přehuštěných porostech si rostliny navzájem konkurují, dále se mohou rozvíjet choroby. Naopak v prořídlejších porostech rostliny nevyužijí plně vegetační faktory, rozšiřují se plevely a vzniká neproduktivní výpar.

Jedním ze způsobů setí je setí řádkové. Botkové nebo diskové secí stroje ukládají osivo do úzkého řádku o rozteči 125-170 mm. Nejčastěji se využívá rozteč 125 mm, ale ani tak není plocha optimálně využita. Další možností je páskové setí, kdy je osivo ukládáno do pásků 30-40 mm širokých, při rozteči jednotlivých pásků 100-150 mm. V tomto případě je zvětšená výživná plocha a rostliny více a rychleji vzcházejí i více odnožují. Variantou je i plošné setí, kterým je osivo rovnoměrně rozmístěno po celé šíři záběru secího stroje. V tomto případě se ještě více zlepší intenzita odnožování, konkurenceschopnost vůči plevelům, kvalita kořenového systému. Zamezí se výparu půdní vláh a erozi půdy.

V našich podmínkách můžeme ozimou pšenici set už v první dekádě září. Tento dřívější termín sejeme 2,5-3,0 MKS.ha⁻¹, průměrně 3,5-4,5 MKS.ha⁻¹ a pozdější termíny 5,5-6,0 MKS.ha⁻¹. Vedle termínu setí je při stanovení výše výsevu třeba zohlednit i odrůdu, osivové hodnoty (čistota, klíčivost) i stanovištní podmínky (půdní, klimatické). Důležité je také zvolit správnou hloubku setí, ta se v našich polohách pohybuje mezi 30-50 mm.

Pšenice jarní se seje jako první ze všech jařin, jakmile to umožní vlhkostní a teplotní podmínky (obvykle březen). Po zasetí snese i případné mrazíky. Většinou má nižší intenzitu odnožování, proto je třeba zvýšit výsevek pro zajištění optimální hustoty porostu. V závislosti na oblasti se výsevek pohybuje okolo 4,5-6,0 MKS.ha⁻¹. Hloubka setí je stejná jako u ozimé pšenice 30-50 mm (Zimolka a kol., 2005).

Výpočet výsevu v kilogramech na hektar (Zimolka a kol., 2005):

$$\text{Výsevek (kg.ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{MKS} \cdot \text{HTS (g)} \cdot 10\,000}{U_h}$$

$$U_h (\text{užitná hodnota}) = \frac{\text{čistota} \cdot \text{klíčivost}}{100}$$

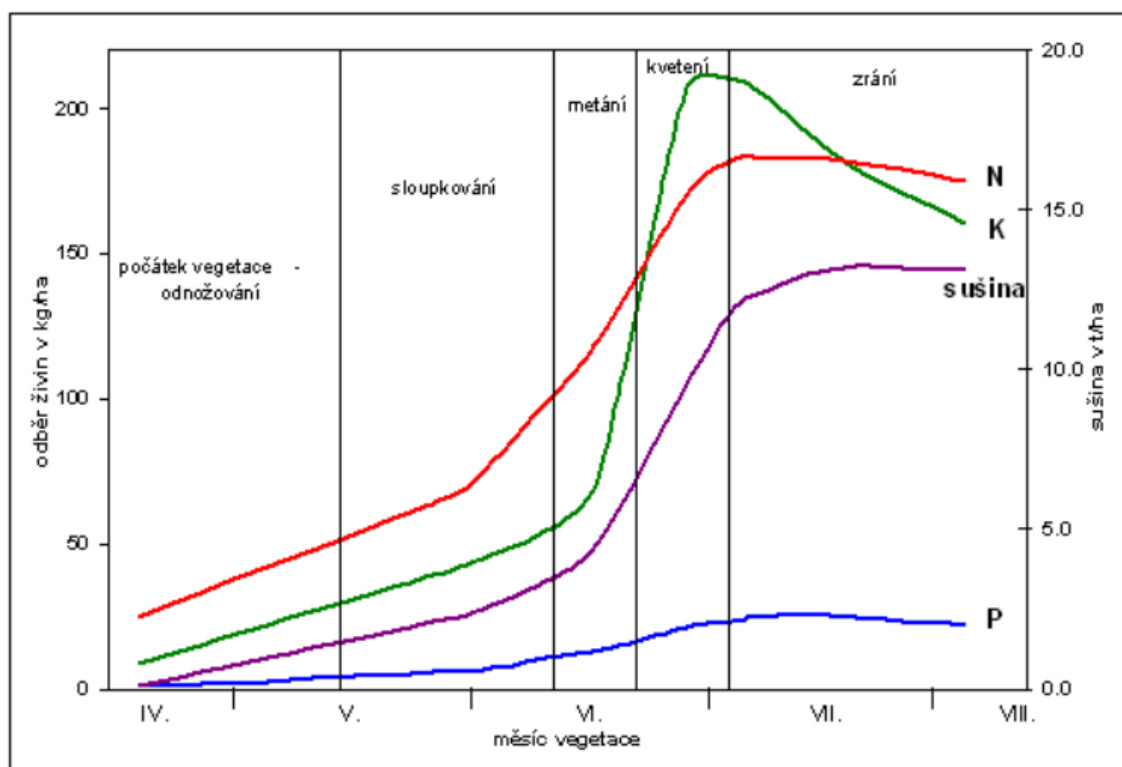
MKS = miliony klíčivých semen na hektar

HTS = hmotnost 1000 semen (g)

3.4.1.4 Výživa a hnojení pšenice

Ozimá pšenice je plodina se střední potřebou živin. Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy a kořenů odčerpá v průměru 25 kg dusíku, 5 kg fosforu, 20 kg draslíku, 2,4 kg hořčíku a 4,3 kg síry. Na podzim rostliny přijmou jen malou část z celkové spotřeby živin a přes zimu se jejich příjem úplně zastavuje. Proto hnojit vysokými dávkami dusíku před setím je zbytečné a neekologické. Na jaře, kdy rostliny potřebují obnovit biomasu, se odběr dusíku zvyšuje. Hnojení můžeme rozdělit na základní (před setím na podzim) a během vegetace.

Dynamiku odběru živin a nárůst sušiny pšenice ozimé můžeme vidět na obrázku 6. Během zimy a brzy na jaře je odběr živin nízký, protože rostlina ještě netvoří velké množství biomasy. Příjem živin rostlinami se zvyšuje během sloupkování, výrazný je v době metání a na vrcholu je většinou v době kvetení. V období metání dochází k většímu příjmu draslíku než dusíku, ke konci vegetace se příjem draslíku snižuje. Ze znázorněného průběhu živin jde poznat, že rostliny přijmou velkou část živin v krátké době. Je tedy důležité, aby pěstitel zajistil dostatek potřebných živin v těch fázích růstu, ve kterých jsou nejvíce potřebné (Vaněk a kol., 2016).



Obr. 6 Dynamika odběru živin a nárůst sušiny ozimé pšenice (Vaněk a kol., 2016).

Základním hnojením před setím musíme zajistit dostatečný přísun fosforu, draslíku, hořčíku a síry. Dávku fosforu volíme na základě očekávaného výnosu a množství přístupných živin v půdě. Při zjišťování přístupných živin je třeba zohlednit i posklizňové zbytky předplodiny. Z fosforečných hnojiv můžeme využít například superfosfát jednoduchý (17-19 % P_2O_5) nebo trojitý (45-48 % P_2O_5). Draslík dodáváme opět podle očekávaného výnosu, obsahu přístupných živin v půdě, se zohledněním posklizňových zbytků, ale také podle půdního druhu. Z draselných hnojiv se využívá z pravidla draselná sůl (60 % K_2O). Při hnojení hořčíkem postupujeme stejně, jako v případě draslíku, jen nezapočítáváme živiny z posklizňových zbytků. Mezi nejčastěji používaná hořečnatá hnojiva patří Kieserit (25-27 % MgO , 21 % S) a hořká sůl (16 % MgO , 13 % S). Mezi hnojiva obsahující síru patří například sádrovec (Pregips H, 16 % S).

Hnojení dusíkem během vegetace můžeme rozdělit na několik částí. První na řadu přichází regenerační hnojení, následuje produkční hnojení a nakonec kvalitativní hnojení. To, jak se rozdělí dávky dusíku mezi jednotlivá období, záleží na jednotlivých odrůdách a způsobu využití.

S regeneračním hnojením začínáme brzy na jaře. Nastartujeme tím rychlý růst a regeneraci porostu. Půda ovšem nesmí být pokrytá sněhem, promrzlá více než 80 mm, ani přemokřená. Dávku volíme na základě výsledků agrobiologické kontroly (počet rostlin na 1 m², počet odnoží, zdravotní stav porostu a jeho vývoj) a zásoby N_{min} v půdě. N_{min} je obsah minerálního dusíku v půdě, zahrnuje obsah dusíku amoniakálního a nitrátového. Stanovení minerálního dusíku v půdě provádí laboratoře ÚKZÚZ nebo zemědělské laboratoře z půdních vzorků. Stanovenou hodnotu v mg.kg⁻¹ vynásobíme koeficientem 4,5 a tím získáme celkový obsah dusíku v kg.ha⁻¹. Z této hodnoty pak vycházíme při stanovení dávky dusíku, kterou je třeba rozdělit na dávky a dodat rostlinám.

Bez informace o obsahu N_{min} v půdě hnojíme dusíkem v průměru 40-60 kg.ha⁻¹ na jednu dávku. Z dusíkatých hnojiv můžeme využít například dusičnan amonný (34 % N), močovinu (46 % N), ledek amonný s vápencem (27 % N) nebo s dolomitem (26 % N).

Produkční hnojení dusíkem přichází na řadu na začátku sloupkování. Dávku volíme s ohledem na stav porostu a výsledky chemického rozboru rostlin odebraných ve fázi DC 25. Produkčním hnojením ovlivňujeme vývoj porostu a tvorbu výnosotvorných prvků. Nyní můžeme hnojit hnojivy DAM 390, SAM, ledkem amonným s dolomitem, vápencem nebo samostatně.

Kvalitativní (pozdní) hnojení zlepšuje technologickou jakost pšenice (obsah bílkovin, mokrého lepku a pekařskou kvalitu zrna). Provádí se zpravidla ve dvou obdobích. Běžně provádíme hnojení ve fázi metání (DC 51), zpravidla se volí pevná hnojiva. Dávka dusíku se pohybuje kolem 30 kg.ha⁻¹. Používá se například ledek amonný s vápencem, roztok močoviny, ředěný DAM 390.

Výživu dusíkem pšenice může plně využít jen v případě, že budou dostupné i všechny další potřebné živiny. Hnojení draslíkem a fosforem se provádí v rámci základního hnojení už na podzim. V tuhých hnojivech spolu s dusíkem můžeme aplikovat síru. Volíme tedy ta, která obsahují kombinaci těchto dvou živin. Kromě klasického hnojení ke kořenům se využívá i mimokořenová výživa na list. Tou ovšem můžeme plně nahradit jen mikroživiny. U makroelementů ji využíváme pouze jako nouzové řešení. Pro listovou výživu je možné využít močovinu, ledek draselný nebo hořkou sůl, jsou totiž dobře rozpustné ve vodě. Z kapalných hnojiv pak DAM 390, SAM a jiné.

Pšenice jarní má obdobné nároky na výživu, jako pšenice ozimá. Ovšem dynamika příjmu živin je rozdílná v důsledku odlišné tvorby sušiny. Dusík se aplikuje před setím asi ze dvou třetin, zbytek pak během růstu, nejpozději ve fázi ukončeného odnožování. Fosfor a draslík se aplikují při předset'ové přípravě (Ryant, Borovcová, 2015).

3.4.1.5 Sklizeň pšenice

Sklizeň se provádí jednofázově, žacími mlátičkami. Jelikož jsou porosty značně heterogenní, je třeba posoudit stupeň zralosti na více částech honů. Zrno při sklizni by mělo mít vlhkost okolo 15 %. Sklizeň je třeba co nejvíce zkrátit, v zájmu snížení sklizňových ztrát a zachování kvality zrna. Správným seřízením sklízecí mlátičky rovněž zamezíme sklizňovým ztrátám a mechanickému poškození zrna. Při seřizování se zohledňuje vlhkost zrna i využití produkce (Zimolka a kol, 2005).

3.4.2 Ječmen

3.4.2.1 Volba předplodiny pro ječmen

Jarní ječmen dosahuje nejlepších výnosů po hnojem hnojených okopaninách. V suchých letech je vhodné zařadit jej po obilnině, která nevyčerpá tolik vody. Polorané a rané brambory nebo jeteloviny nejsou vhodnou předplodinou, mohou způsobit poléhání, kvůli zanechání většího množství dusíkatých látek (Petr, Húska a kol., 1997).

Ozimý ječmen se ze všech obilnin seje nejčasněji, zařazuje se tedy po dříve sklizených předplodinách. Nejvhodnějšími jsou ozimá řepka, hrách, rané brambory, jetel luční, ozimé luskovinoobilní směsky nebo senážní oves. Méně vhodné, ale častěji užívané předplodiny jsou obilniny (Křen a kol., 2015).

3.4.2.2 Zpracování půdy

Jarní ječmen je náročný na dobrý fyzikální a strukturní stav půdy, dostatek vzduchu a pohotových živin v půdě a na dodržení termínu setí. Je možné využít tradiční zpracování půdy s orbou, minimalizační technologie (talířové, radličkové kypřiče) nebo i setí do nezpracované půdy. Jarnímu ječmeni postačuje mělká orba do hloubky 0,15-0,18 m. Po předplodinách, které zanechávají strniště, předchází orbě podmítka v hloubce 0,06-0,12 m.

Jarní přípravou půdy je třeba zabezpečit set'ové lůžko v hloubce 30-50 mm. Předset'ová příprava vytváří předpoklady pro udržení dobrého strukturního stavu půdy po celou dobu vegetace. Používají se brány, smyky, ale stále častěji různé druhy kombinátorů. Pokud se nevhodně zvolí doba zásahu, může se porušit struktura zamazáním nebo proschnutím půdy, a to se nepříznivě odrazí na výnosu i kvalitě zrna. Jarní ječmen je na tzv. zamazání zvláště citlivý (Zimolka a kol., 2006).

Minimalizační technologie je možné k pěstování ječmene uplatnit především na černozemích a hnědozemích, středně těžkých, hlinitých až písčitohlinitých půdách. Důležité je provzdušnění a dostatek pohotových živin v půdě. Jedná se tedy hlavně o půdy v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Mělké zpracování půdy je charakterizováno nižší mikrobiální činností v půdě a pomalejším uvolňováním dusíku z půdní zásoby. Získáme tím tedy zrno s nižším obsahem dusíkatých látek, vyšším extraktem sladu i větším podílem předního zrna. Je třeba ale dávat pozor na nadměrné utužení půdy, to by naopak kvalitativní parametry sladovnického ječmene zhoršilo (Hůla, Procházková a kol., 2008).

3.4.2.3 Volba odrůdy a setí ječmene

Nabídka odrůd jarního i ozimého ječmene je zpracována dle ÚKZÚZ, Seznam doporučených odrůd, 2016 (Tabulka 7 a 8). Vybrány jsou odrůdy s největší množitelskou plochou (seřazeny od největší po nejmenší), vždy několik příkladů z každého užitkového směru.

Tab. 7 Doporučené odrůdy jarního ječmene 2016 (ÚKZÚZ, 2016).

Užitný směr	Doporučená odrůda jarního ječmene
Sladovnické odrůdy pro „České pivo“	Bojos, Malz, Laudis 550, Francin
Sladovnické odrůdy	Sebastian, Xanadu, Kangoo, KWS Irina
Nesladovnická odrůda	Azit

Tab. 8 Doporučené odrůdy ozimého ječmene 2016 (ÚKZÚZ, 2016).

Convarieta	Doporučená odrůda ozimého ječmene
Víceřadé odrůdy	Titus, KWS Meridian, Sylva, Saturn
Dvouřadé odrůdy	Sandra, Leopard, Breunskyli
Dvouřadá slad. odrůda	KWS Ariane

Kvalitu setí zajistíme rovnoměrným horizontálním i vertikálním uložením obilek. Provádí se mělké setí v hloubce 20-30 mm. Pak je zajištěno rovnoměrné vzcházení, bohaté odnožení rostlin i zapojení porostu. Jarní ječmen by se měl vysévat co nejdříve jakmile je to možné, vzhledem k počasí a stavu půdy. Vysévá se s ohledem na výrobní oblast 4,0-4,5 MKS.ha⁻¹ (Zimolka a kol., 2006).

3.4.2.4 Výživa a hnojení ječmene

Jarní ječmen potřebuje v průběhu vegetace relativně velké množství živin. Sklizní 1 tuny zrna a odpovídajícího množství slámy odčerpá z půdy 20-25 kg N; 3,5-6,2 kg P; 16,6-21,0 kg K; 5,7-8,5 kg Ca a 1,2-2,4 kg Mg.

Obecně doporučené dávky dusíku v řepářské výrobní oblasti:

- Po organicky hnojených okopaninách 30 kg.ha⁻¹
- Po obilninách 30-50 kg.ha⁻¹
- Při zaorání chrástu cukrovky se dusíkem nehnojí

Obecně doporučené dávky dusíku v obilnářské a bramborářské výrobní oblasti:

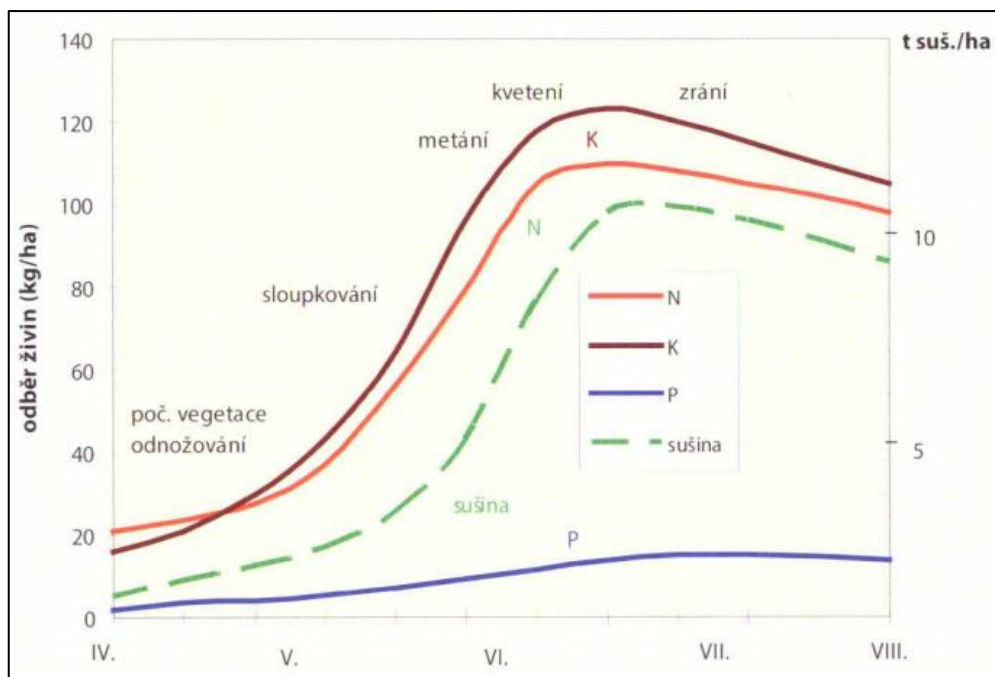
- Po organicky hnojených okopaninách 40-50 kg.ha⁻¹
- Po obilninách 50-60 kg.ha⁻¹

Pokud se celková dávka dusíku pohybuje v rozmezí 60-80 kg.ha⁻¹, aplikuje se veškeré hnojivo před setím. Používá se síran amonný, močovina nebo DAM 390. Na lehčích půdách nebo pokud je celková dávka dusíku vyšší, je vhodné dávku rozdělit na dvě

třetiny před setím a zbytkem se přihnojí během vegetace. Z dusíkatých hnojiv je k přihnojení možné použít ledek amonný s vápencem nebo DAM 390.

Fosforečnými hnojivy se hnojí na podzim pouze na slabě kyselých a neutrálních půdách. Vhodné je ale aplikovat fosfor ve formě P_2O_5 spolu se setím v dávce 8-10 $kg \cdot ha^{-1}$ přímo k semeni (tzv. „pod patu“). Draselná hnojiva se doporučuje dodávat již na podzim spolu s organickými hnojivy, používáme 40% draselnou sůl. Podle výsledků rozborů půd můžeme použít i startovací dávku draslíku před setím, dříve se doporučovalo i přihnojení během vegetace. Dynamiku odběru hlavních živin a nárůst sušiny můžeme vidět na obrázku 7. Příjem dusíku i draslíku rovnoměrně narůstá a vrcholí v době kvetení, po odkvětu se jejich příjem snižuje. Příjem fosforu se mírně zvyšuje během celé vegetace.

Vápník se dodává ve formě vápence do stniště předchozí obilniny, nebo pokud je předplodinou okopanina, dodává se již k ní. Hořčík je možný dodat spolu s vápenatými hnojivy s obsahem hořčíku, jako jsou například dolomity. Dále existují draselná hnojiva s obsahem hořčíku a samozřejmě čistě hořečnatá hnojiva. Hnojení sírou se uskutečňuje použitím dusíkatých hnojiv (síran amonný, dusičnan amonný se síranem amonným), draselných hnojiv (síran draselný) i hnojiv hořečnatých (hořká sůl). Mikroelementy významné pro ječmen jsou hlavně měď a mangan. V případě jejich deficitu v půdě je možné je aplikovat v kapalně formě na list (Ryant, Borovcová, 2015; Vaněk a kol., 2016).



Obr. 7 Dynamika odběru živin a nárůst sušiny jarním ječmenem (Vaněk a kol., 2016).

3.4.2.5 Sklizeň ječmene

Ječmen se sklízí v době plné zralosti (DC 92). Optimální vlhkost zrna při sklizni je okolo 15 %. Škodit může jak předčasná sklizeň, tak přezrání porostu. Pokud je ječmen sklizen předčasně, nestihnou přejít všechny zásobní látky ze slámy do zrna, dochází ke snížení klíčivosti, energie klíčení a prodloužení posklizňového dozrávání. Dále se snižuje výtěžnost předního zrna, HTS a tím i výnos, negativně je ovlivněna kvalita sladu. Při pozdní sklizni se zrno snadno uvolňuje z klasu a dochází k výdrolům, mohou se lámat celé klasy, prodlužuje se posklizňové dozrávání, zvyšuje se poškození zrna porůstáním a roste podíl mechanicky poškozených zrn (Zimolka a kol., 2006).

3.4.3 Kukuřice

Kukuřice je svými požadavky na agrotechniku a hnojení podobná okopaninám. Dobře snáší především hnojení organickými hnojivy (Křen a kol., 2015).

3.4.3.1 Volba předplodiny pro kukuřici

Pro kukuřici jsou vhodné předplodiny, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků. Patří mezi ně jeteloviny nebo luskoviny. Dále jsou velmi vhodné olejninové a hnojem hnojené okopaniny. V dnešní době je však kukuřice zařazována nejčastěji mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina. Také se seje jako náhradní plodina při vy-mrznutí ozimů. S úspěchem je možné kukuřici pěstovat několik let po sobě, ale je potřeba zvýšit dávky hnojiv a přizpůsobit agrotechniku (Křen a kol., 2015).

3.4.3.2 Zpracování půdy

To, jaké postupy a pracovní operace zvolíme, záleží na stanovištních podmínkách, zařazení kukuřice do osevního sledu, nakládání s posklizňovými zbytky i stavu půdy po sklizni a dalších faktorech. U kukuřice je možné využít tradiční technologie zpracování půdy s orbou i minimalizační technologie bez orby.

Při pěstování kukuřice po obilninách, následuje po sklizni předplodiny podmínka (0,06-0,12 m), po ní následuje střední orba (0,22 m) se kterou jsou zapravována organická a minerální hnojiva. Kvalitní orba zajistí podmínky pro minimum vstupů na pozemek v jarním období. Na jaře je potřeba půdu nechat rychle prohřát a zajistit dostatek vzduchu pro osivo a šetřit s půdní vláhou. Hloubka zpracování půdy na jaře se rovná hloubce setí. Používají se brány, kombinátory, kompaktory.

Při použití minimalizačních technologií je půda zpracovávána mělce, případně středně hluboce radličkovým nebo talířovým nářadím na podzim a mělkým kypřením na jaře (Zimolka a kol., 2008).

Minimalizační technologie použité ke kukuřici snižují riziko eroze půdy a ztráty některých forem dusíku z půdy do podzemních vod (Hůla, Procházková a kol.; 2008).

3.4.3.3 Volba odrůdy a setí kukuřice

Nabídka odrůd zrnové a silážní kukuřice je zpracována dle ÚKZÚZ, Přehled odrůd kukuřice, 2016 (Tabulka 9 a 10). Odrůdy jsou seřazeny podle ranosti (číslo FAO).

Tab. 9 Odrůdy kukuřice na zrno (ÚKZÚZ, 2016).

Číslo ranosti	Odrůda zrnové kukuřice
Velmi rané (do 250)	KWS Stabil, Arturo, Katarsis
Rané (250-300)	SY Fenomen, Kaduras, ES Cockpit
Středně rané (300-350)	Celunar, Kleonars, Moscato
Středně pozdní (nad 350)	Kerberos, Ferarixx, Futurixx

Tab. 10 Odrůdy silážní kukuřice (ÚKZÚZ, 2016).

Číslo ranosti	Odrůda silážní kukuřice
Velmi rané (do 230)	Marcamo, Ambrosini, SY Werena
Rané (230-260)	Ronalidinio, Frederico KWS
Středně rané (260-300)	Xxilo, Fernandez,
Středně pozdní (nad 300)	Exxotika, Pesandor

Vedle klasické technologie zakládání porostů do půdy připravené tradičním způsobem, je možno využít minimalizační a půdoochranné postupy, včetně setí do mulče a nezpracované půdy.

Začátek setí kukuřice se provádí při teplotě půdy 8-10 °C, která je ideální pro klíčení obilí. Této teplotě půdy odpovídá termín od poloviny dubna do 10. resp. 15. května. Výhodnější je zvolit mělké setí v hloubce 30-40 mm.

Používají se přesné secí stroje, které zajistí rovnoměrné rozložení semen, sejnou hloubku setí a požadovaný počet semen na ploše. Pro kukuřice se doporučuje meziřádk-

ková vzdálenost 0,70-0,75 m. Vzdálenost rostlin v řádku se pohybuje od 0,12-0,15 do 0,30 m. V ČR je optimální hustota porostu 7-11 rostlin na 1 m² (Zimolka a kol., 2008).

3.4.3.4 Výživa a hnojení kukuřice

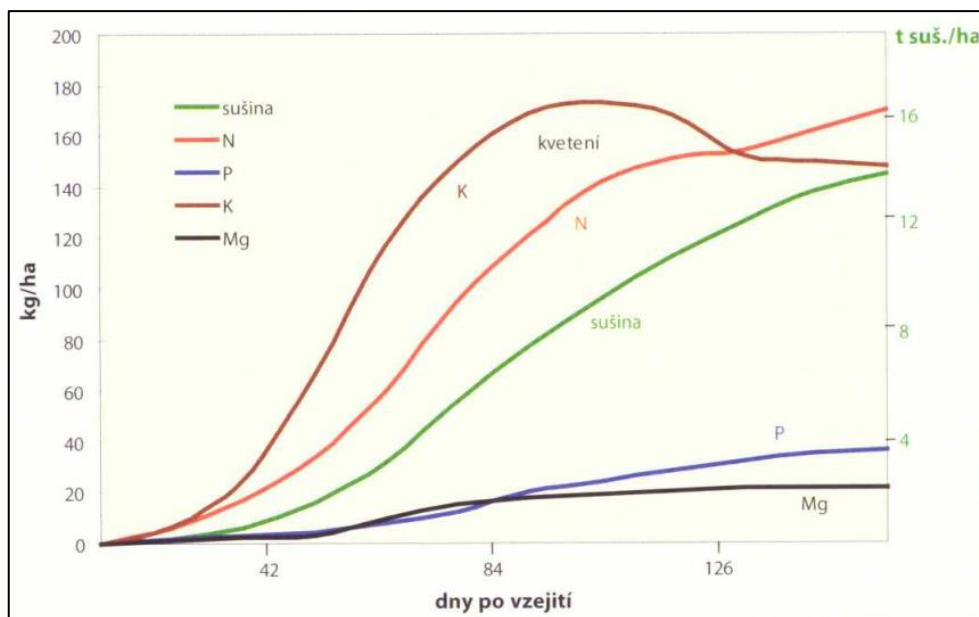
Z pohledu výživy se kukuřice vyznačuje některými zvláštnostmi, které je nutno respektovat při hnojení, pokud chceme dosáhnout vysokého výnosu a kvalitní sklizně. Prvním z nich je pomalý počáteční růst a příjem živin, dále kritické období růstu i příjmu živin je na počátku vegetace, protože jsou rostliny citlivé na chlad, nemají ještě dostatek kořenů a mají malou konkurenční schopnost.

Vysoká potřeba živin nastává v průběhu intenzivního růstu nadzemních částí (prodlužovací růst), nejčastěji je to od počátku června a vrcholí v poslední dekádě července. Vzhledem k delší vegetaci kukuřice dobře využije živiny, které se uvolní v půdě během vegetace. Odběr živin kukuřicí je pro přehlednost znázorněn v tabulce 11.

Tab. 11 Střední odběr živin kukuřicí na 1 t produktu (Vaněk a kol., 2016).

Produkt	Odběr živin (kg.t ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
Zrno	22-26	4,4-6,6	21-33	4,3-7,1	4,0-6,0
Silážní a zelená hmota	3,5-4,0	0,7-0,9	2,9-3,7	0,9-1,3	0,3-0,6

Dynamika příjmu živin, znázorněná na obrázku 8 ukazuje, že výraznější příjem živin začíná asi měsíc po vzejití porostu. Hlavní období pro vysoký příjem živin trvá 6-7 týdnů, zvláště výrazné je u draslíku. Jeho příjem vrcholí v období počátku květu, potom se sníží a během zrání stagnuje. Příjem dusíku je podobný, avšak má v období po odkvětu prodlevu a v období nalévání zrn v palicích narůstá. Příjem fosforu a hořčíku je rovnoměrný během celé vegetace (Vaněk a kol., 2016).



Obr. 8 Dynamika odběru živin a nárůst sušiny kukuřicí (Vaněk a kol., 2016).

K hnojení kukuřice se běžně používají statková hnojiva, dávka chlévského hnoje na 1 ha je do 40 t. Lepší variantou je podzimní aplikace.

3.4.3.5 Sklizeň zrnové kukuřice

Kukuřice na zrno se sklízí, jakmile dosáhne sušiny v zrně 65-68 %, zrno je tvrdé a lesklé. V ČR připadá sklizeň zrnové kukuřice na měsíc říjen (Zimolka a kol., 2008).

3.4.3.6 Sklizeň silážní kukuřice

Nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice z krmivářského hlediska je na konci těstovité zralosti zrna, kdy má rostlina sušinu 28-34 %. Tehdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině. Optimální termín sklizně určíme s využitím sumy efektivních teplot podle ranosti hybridů a výrobních oblastí (Zimolka a kol., 2008). Různé možnosti sklizně kukuřice a strojů k nim určených jsou znázorněny v tabulce 12.

Tab. 12 Stroje pro sklizeň kukuřice a způsoby použití zrna (Zimolka a kol., 2008).

Sklizeč kukuřice	Sklizecí mlátička	Sklizecí řezačka
palice (odlistěné)	palice (celé)	řezanka z celých rostlin (GPS)
zrno (osivo)	zrno (potravina/průmysl)	řezanka z palic a listenů (LKS)
	zrno a věténa (CCM)	

3.5 Kvalitativní parametry

3.5.1 Kvalitativní parametry pšenice

Normy, které stanovují požadavky na jakost, dodávání a kontrolu pšenice jsou: ČSN 46 1200-2 a ČSN 46 1100-2 (ÚKZÚZ, 2016).

Mezi základní faktory ovlivňující technologickou jakost zrna pšenice jako suroviny pro potravinářskou výrobu patří odrůda. U odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR se jakost stanovuje v průběhu zkoušení užitné hodnoty a dále se upřesňuje v rámci pokusů pro Seznam doporučených odrůd. Jednotlivé odrůdy se v mnoha znacích výrazně liší, je tedy nutné respektovat jejich užitkový směr, požadavky na agrotechniku a pěstitelské podmínky. Z užitných směrů může být pšenice pěstována jako:

- Potravinářská pšenice s pekárenskou jakostí (výroba kynutých těst)
- Potravinářská pšenice s pečivářskou jakostí (výroba sušenek a keksů)
- Krmná pšenice
- Surovina pro výrobu škrobu
- Surovina pro výrobu bioetanolu

Pekárenská jakost je základní užitkový směr a sleduje se u všech registrovaných odrůd. Aby mohla být odrůda úspěšně schválena a zařazena, musí splňovat 6 základních parametrů. Jsou to: měrný objem pečiva, hodnota sedimentačního testu podle Zelenyho, číslo poklesu, obsah dusíkatých látek, vaznost mouky a objemová hmotnost. Podle výsledků jsou pak odrůdy zařazovány do kategorií:

- E (elitní pšenice – nejlepší, ve všech znacích vynikající)
- A (kvalitní pšenice – ve všech parametrech vyhovující)
- B (chlebová pšenice – v některých parametrech může být na hranici)
- C (nevhodné pro pekárenské využití)

Odrůdu zařadíme do jakostní skupiny podle znaku, v němž dosahuje nejnižší úrovně. Jakostní skupiny a minimální hodnoty znaků jsou znázorněny v tabulce 13.

Tab. 13 Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do kategorií (Prugar a kol., 2008).

Kategorie	E - elitní		A - kvalitní		B - chlebová	
Vyjádření hodnoty	absolutně	(9-1)	absolutně	(9-1)	absolutně	(9-1)
Objemová výtěžnost (ml)	530	8	500	6	470	4
Obsah dusíkatých látek (%)	12,6	6	11,8	4	11	2
Zeleného test (ml)	49	7	35	5	21	3
Číslo poklesu (s)	286	6	226	4	196	3
Objemová hmotnost (g/l)	790	7	780	6	760	4
Vaznost mouky (%)	55,4	7	53,2	5	52,1	4

Pro využití pšenice jako suroviny škrobárenského a lihovarského průmyslu se stanovuje obsah škrobu. Používá se metoda dle Ewerse, kdy se obsah po hydrolyze za definovaných podmínek stanoví polarimetricky.

Pro určení mlynářské hodnoty pšenice se využívá stanovení objemové hmotnosti, hmotnosti tisíce zrn, tvrdosti zrna, tvaru zrna a stanovení mlynářské kvality pokusným zámelem (Prugar a kol., 2008).

3.5.2 Kvalitativní parametry ječmene

V dnešní době se rozlišují tři základní užitné směry ječmene:

- Sladovnický ječmen
- Krmný ječmen
- Potravinářský ječmen

Nejdůležitějším šlechtitelským cílem u ječmene je sladovnická kvalita odrůd, která je dána souborem znaků hodnocených pomocí USJ (Ukazatel sladovnické jakosti).

V rámci USJ jsou hodnoceny znaky:

- Extrakt
- Relativní extrakt při 45 °C
- Kolbachovo číslo
- Diastatická mohutnost
- Dosažitelný (konečný) stupeň prokvašení
- Friabilita (křehkost)
- B-glukany ve sladince

Kromě těchto základních znaků se mohou hodnotit ještě čirost a zákal sladin.

Požadavky na jakost ječmene na výrobu pivovarského sladu stanovuje norma ČSN 46 1100-5 (ÚKZÚZ, 2016).

Velká část produkce ječmene se využívá ke krmným účelům. Z nutričního hlediska je žádoucí vyšší obsah dusíkatých látek (15 % a více), pro mláďata pak i vyšší obsah esenciálních aminokyselin. Dále se sleduje obsah β -glukanů, amylózy ve škrobu, tvrdost zrna, koeficient stravitelné energie a objemová hmotnost. Mezi nežádoucí látky patří některé inhibitory enzymů, fenolové látky, hrubá vláknina (celulóza, lignin, pektin) a fytáty (Prugar a kol., 2008).

Další možností využití ječmene je v potravinářství. Vhodné je využití bezpluchých odrůd, které nemají pluchy přirostlé k obilce. Ječmen musí splňovat požadavek na velikost a vyrovnanost zrna, zdravotní nezávadnost a vlhkost vyšší než 15 %. Odnedávna se u nás využívaly kroupy, dnes je ječmen součástí různých cereálních výrobků nebo kávovin. Vyrábí se i preparáty ze sušených mladých rostlin ječmene (Prugar a kol., 2008).

3.5.3 Kvalitativní parametry kukuřice

Kukuřici lze taktéž rozdělit do více užitných směrů:

- Kukuřice určená pro krmení hospodářských zvířat
- Kukuřice pro zpracovatelský průmysl
- Potravinářská kukuřice

V rozvinutých zemích se kukuřice pěstuje převážně jako krmivo pro dobytek (ve formě zrna, zeleného krmení i siláže) nebo jako surovina pro zpracovatelský průmysl. Spotřeba pro potravinářské účely je menší. V potravinářském průmyslu se hojně využívá kukuřičná mouka pro bezlepkovou dietu, kukuřice pukancová a cukrová se pěstuje jako zelenina. Celosvětově známý je „popcorn“. Průmyslově se z kukuřice vyrábí škrob, líh, škrobový cukr a sirup, dextrin a stolní olej (Prugar a kol., 2008).

U kukuřice na siláž se hodnotí následující znaky a vlastnosti. Prvním z nich je výnos celkové suché hmoty a výnos celkové zelené hmoty. Do technologické kvality patří stanovení obsahu škrobu v sušině podle Ewerse, stravitelnost organické hmoty, netto energie laktace (NEL), DINAG (tj. stravitelnost OH po odečtení škrobu a rozpustných cukrů, nepřímou vyjadřuje stravitelnost vlákniny). Dalšími jsou UFL (krmná jednotka pro laktaci), NDV (neutrální detergentní vláknina), ADV (kyselá detergentní vláknina), hrubá vláknina, obsah cukru, dusíkatých látek a popela. Při určování ranosti se sleduje

doba do květu blizen (dny), sušina zrna před sklizní a sušina celkové suché hmoty při sklizni. Mezi další hospodářské vlastnosti patří hodnocení odolnosti proti poléhání (9-1), zlomených rostlin pod palicí (%), sněti kukuřice a hodnocení výšky rostlin a výšky nasazení palic (cm).

V případě kukuřice na zrno je hodnocen výnos zrna. Ranost, se určuje stejně jako u silážní kukuřice. Z technologické kvality je určován obsah škrobu. Mezi další hospodářské vlastnosti patří odolnost proti poléhání (9-1), zlomené rostliny pod palicí (%), mykózy palic (*Fusarium spp.*, *Penicilium spp.*, *Nigrospora oryzae*), výskyt zavíječe kukuřičného, sněti kukuřice a výška rostlin a výška nasazení palic v centimetrech (ÚKZÚZ, 2013).

Zpracovatelé u kukuřičného zrna požadují tyto vlastnosti:

- vysoká výtěžnost zrna
- homogenita partií
- vysoký stupeň zralosti zrna
- nízký podíl prachových částic a zlomků
- dobrý zdravotní stav

Posuzují se tyto veličiny: vlhkost, objemová hmotnost, tvrdost zrna, obsah tuku, čistota a barva zrna. Vlhkost by se měla pohybovat okolo 14 %. Zrna by měly být velká, vyrovnaná a zdravá. Nežádoucí jsou zrna popraskaná vlivem vyšších teplot při sušení. Po sklizni se zrno dosušuje na požadovanou vlhkost. Výtěžnost zrna je ovlivněna vlhkostí zrna při sklizni. Při sklizňové vlhkosti zrna 25 % se výtěžnost pohybuje zhruba okolo 87 %, při sklizňové vlhkosti 40 % je výtěžnost asi 70 % a při sklizňové vlhkosti 55 % je výtěžnost zrna 52 % (KWS, 2012).

3.6 Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna vybraných druhů obilnin

3.6.1 Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna pšenice

3.6.1.1 Vliv předplodiny na kvalitu a výnos ozimé pšenice

Polišenská a kol. (2016) zjišťovali vliv třech různých předplodin na výnos a kvalitu ozimé pšenice. V polních pokusech zkoušeli pšenici zasít po řepce, kukuřici a obilnině, jež jsou v našich podmínkách tři nejčastější předplodiny právě pro ozimou pšenici. Výsledky poukazují na značný vliv předplodiny na výnos i kvalitu ozimé pšenice, a to i v letech obecně příznivých pro růst a vývoj ozimých obilnin.

Polní pokusy probíhaly ve vegetačních sezónách 2013/2014 (pšenice po obilnině) a 2014/2015 (pšenice po řepce a kukuřici) v Kroměříži. Použito bylo 10 odrůd ozimé pšenice. Zajištěna byla optimální technologie pěstování, porosty nebyly poškozeny poléháním ani žádnou z chorob a byly vedeny při optimální výživě. Setí po obilnině proběhlo 7. 10. 2013, po řepce 9. 10. 2014 a po kukuřici 6. 11. 2014. Porosty po obilnině byly sklizeny 27. 7. 2014, po řepce 20. 7. 2015 a po kukuřici 1. 8. 2015.

Vliv předplodiny na výnos

Nejvyššího výnosu bylo dosaženo po předplodině řepce, průměr ze všech odrůd činil 13,5 t.ha⁻¹. Po obilnině byl průměrný výnos 11,2 t.ha⁻¹ a po kukuřici byl výnos nejnižší, 10,2 t.ha⁻¹. Rozdíly ve výnosu mezi jednotlivými předplodinami byly statisticky průkazné.

Vliv předplodiny na kvalitu

Byly hodnoceny následující parametry v souladu s ČSN 46 1100-2 pro pekárenskou pšenici podle normovaných metodik: vlhkost, objemová hmotnost – OH, Zelenyho sedimentační hodnota – SEDI, číslo poklesu – FN a obsah hrubých bílkovin v sušině. Také byla stanovena hmotnost tisíce zrn – HTZ, obsah mokrého lepku v sušině – ML a gluten index GI.

Po předplodině řepce dosáhla pšenice nejlepších výsledků v obsahu i kvalitě bílkovin, v obsahu lepku, objemové hmotnosti a číslu poklesu (nelze ovšem příčinu přičítat předplodině, ale termínu sklizně a vlivu srážek). Hodnocení kvality lepku se provádí

podle hodnot GI. Obecně se pro pekařské pšenice doporučuje alespoň hodnota 60. Hodnoty 85-90 a vyšší se považují za velmi pevný lepek, který už nemusí být vhodný pro samostatné použití. V hodnotách GI se výsledky průkazně lišily mezi předplodinou a kukuřicí (81) a řepkou (58). Hodnoty HTZ byly po řepce v průměru nejnižší.

Po obilnině vykazovala pšenice hodnoty průměrné, tedy horší než po řepce, ale lepší než po kukuřici, ve všech testech s výjimkou HTZ. Ta byla po obilnině nejvyšší.

Po kukuřici dosáhla pšenice nejhorších výsledků v obsahu i kvalitě bílkovin, v obsahu lepku, objemové hmotnosti i číslu poklesu. Hodnota GI byla 81. HTZ byla menší než po obilnině, ale vyšší než po řepce. Výnosy i hodnoty kvalitativních parametrů jsou znázorněny v tabulce 14.

Tab. 14 Výnos a kvalita ozimé pšenice (průměr pro 10 odrůd) pěstované po předplodině obilnině, řepce a kukuřici (Polišenská, 2016).

Předplodina	Rok sklizně	Výnos (t.ha ⁻¹)	NL (%)	Zelený (ml)	Mokrý lepek (%)	GI	OH (kg.hl ⁻¹)	FN (s)	HTZ (g)
Obilnina	2014	11,16	12,7	41	34,6	66	80,3	359	48,42
Kukuřice	2015	10,18	12,0	33	28,5	81	78,4	318	45,65
Řepka	2015	13,47	13,6	49	37,2	58	83,6	373	44,95

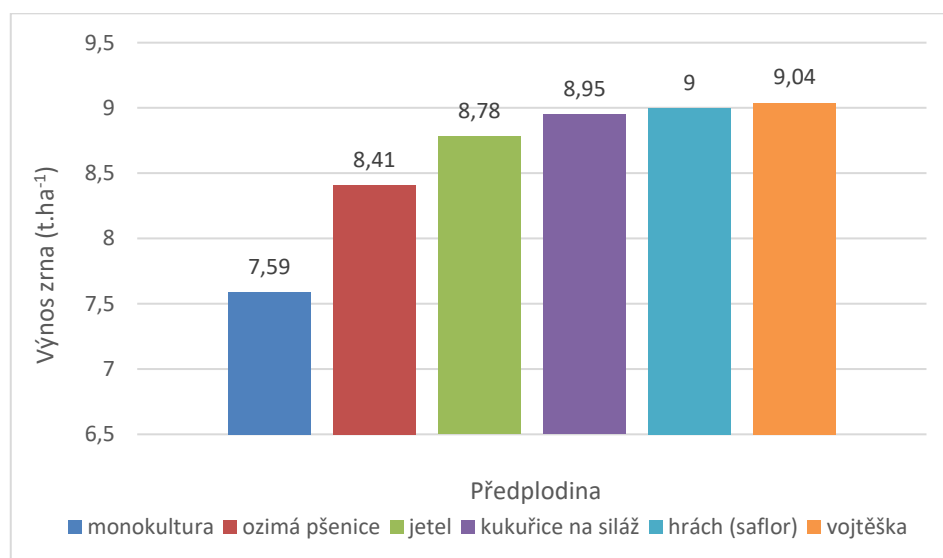
3.6.1.2 Vliv předplodin a zpracování půdy na výnos ozimé pšenice

Smutný a kol. (2016) zkoumali vliv předplodin a zpracování půdy na výnos ozimé pšenice v kukuřičné výrobní oblasti v Žabčicích. Pokusy byly prováděny v letech 2004-2015 (vyřazeny byly roky 2008, 2009 a 2012). Průměrná roční teplota v této oblasti je 9,2 °C a roční úhrn srážek 480 mm. Patří tedy mezi nejsušší oblasti České republiky.

Autoři uvádí, že zatímco dříve byl kladen velký důraz na vliv předplodiny na výnos pšenice, v současné době však převládá vliv ročníku. Předplodiny méně vhodné pro pšenici se negativně projeví na výnosu i kvalitě především v letech, kdy na začátku vegetačního období převládá suché a příliš teplé počasí. Z pokusů vyplývá, že v dané lokalitě (Žabčice) je nejvýznamnější stresový faktor nedostatek vody. Tento negativní vliv je možné kompenzovat vhodnou předplodinou i technologií zpracování půdy.

Zkoušenými předplodinami byly: hrách (do roku 2012 saflor), ozimá pšenice, vojtěška setá (dva roky na honu), kukuřice na siláž, jetel (luční či alexandrijský). Také byla hodnocena dlouhodobá monokultura ozimé pšenice. U všech předplodin se pak používaly dvě varianty odlišného zpracování půdy: tradiční s orbou (0,24 m) a mělké kypření (0,15 m). U některých předplodin byl pak i třetí způsob, takzvané přímé setí do nezpracované půdy. Pšenice byla vyseta 5.-15. 10. při výsevu 4 MKS.ha⁻¹.

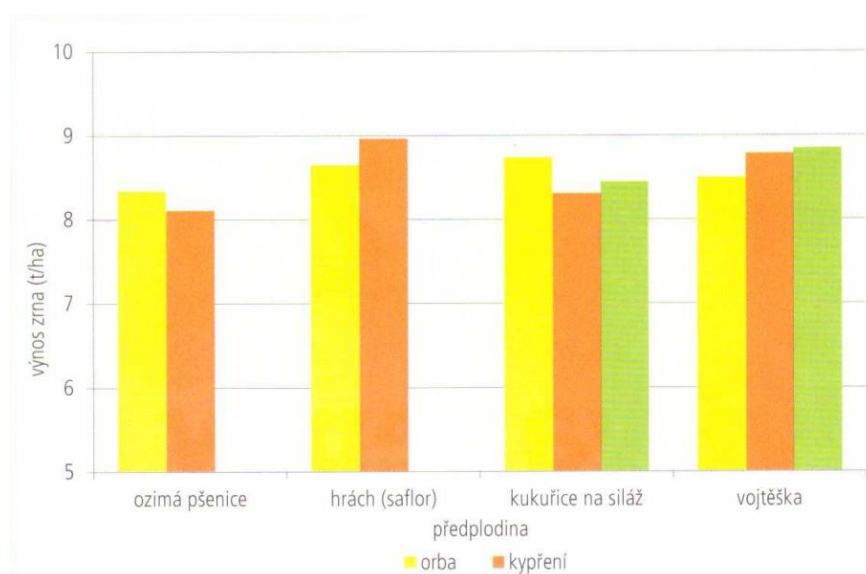
V rámci výsledků se potvrdily příklady velmi dobrých předplodin, jako jsou hrách nebo vojtěška. Naopak jako nevhodné se potvrdilo opakované pěstování pšenice po sobě. Jako dobrá předplodina se ukázala kukuřice sklizená na siláž. Výnos pšenice po jeteli byl o něco málo nižší než po vojtěšce, tento rozdíl je ale statisticky nevýznamný. Pěstování pšenice v monokultuře se potvrdilo jako nevhodné, z hlediska snížených výnosů i zhoršených výsledků potravinářské kvality. Průměrné výnosy ozimé pšenice po různých předplodinách jsou znázorněny na obrázku 9.



Obr. 9 Průměrné výnosy dosažené po různých předplodinách (Smutný a kol., 2016).

Účinek předplodiny byl ovlivněn také zpracováním půdy. U horších předplodin, jako je pšenice, se více projevily pozitivní účinky orby. Naopak po lepších předplodinách, jako je vojtěška a hrách, bylo lepších výsledků dosaženo u minimalizačních (bezoreb-

ných) variant zpracování půdy. Průměrné výnosy pšenice jsou znázorněny v obr. 10.



Obr. 10 Průměrné výnosy dosažené po různých způsobech zpracování půdy (Smutný a kol., 2016).

Největší vliv na výnos v závislosti na zpracování půdy má ročník, tedy průběh povětrnostních podmínek a úhrn a rozložení srážek během vegetace. Bezorebné technologie zpracování půdy mohou šetřit půdní vodu. V suchých oblastech a letech po předplodině náročné na vláhu je totiž faktorem, který limituje výši produkce.

3.6.1.3 Pěstování ozimé pšenice v různých systémech zpracování půdy

Hašana a kol. (2016) se zaměřují na různé způsoby zpracování půdy a minimalizaci důsledků klimatické změny v polním hospodářství a krajině. Posuzují průběh a efekt produkčního procesu polních plodin vlivem různých způsobů zpracování půdy.

Osevní postup pokusu byl následující: pšenice ozimá, kukuřice na zrno, ječmen jarní a sója luštěinatá. Pokus je realizovaný 15 let a zahrnuje 3 ucelené rotace zařazených plodin. V této oblasti je průměrný roční úhrn srážek 593 mm, průměrná roční teplota 9,2 °C, nadmořská výška 167 m. Hodnotil se výnos pšenice po zpracování minimalizační technologií, dále po technologii zpracování půdy s využitím mulče, pak bezorebné zpracování půdy (přímé setí do nezpracované půdy) a klasické zpracování s orbou.

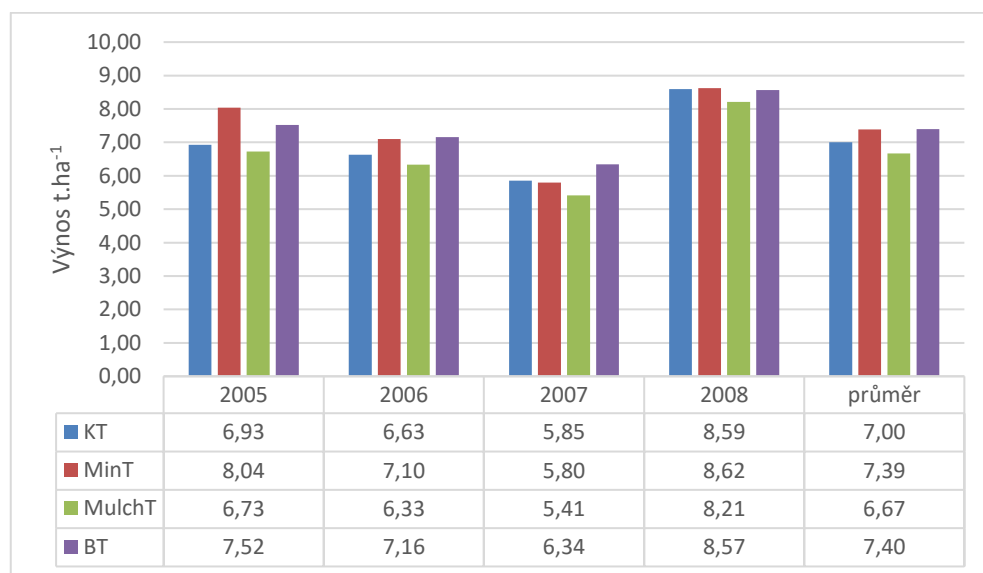
V první rotaci plodin v letech 2001-2004 byla z hlediska výnosu ozimé pšenice nejúspěšnější konvenční technologie zpracování půdy, následovala minimalizační, potom

bezorebná a nejhorší byla při technologii s využitím mulče. Výnosy ozimé pšenice v první rotaci osevního sledu jsou znázorněny na obrázku 11.



Obr. 11 Výnos ozimé pšenice v první rotaci osevního postupu (Hašana a kol., 2016).

Ve druhé rotaci plodin (2005-2008) dosáhla pšenice nejvyššího výnosu při bezorebné technologii, následovala minimalizační, s odstupem pak konvenční a nejhorší opět s mulčem. Výnosy pšenice ve druhé rotaci osevního sledu jsou na obrázku 12.



Obr. 12 Výnos ozimé pšenice ve druhé rotaci osevního postupu (Hašana a kol., 2016).

Ve třetí rotaci (2009-2012) se na výnosu podepsala nejlépe bezorebná technologie, těstě za ní konvenční, následuje minimalizační a nejhorší opět technologie s mulčem. Velké výkyvy účinků použité technologie jsou vidět v letech 2010 a 2012. Je tu pozoro-

vatelný vliv ročníku. Rok 2010 byl mimořádně vlhký a rok 2012 velmi suchý. Výnosy ozimé pšenice ve třetí rotaci osevního sledu jsou znázorněny na obrázku 13.



Obr. 13 Výnos ozimé pšenice ve třetí rotaci osevního postupu (Hašana a kol., 2016).

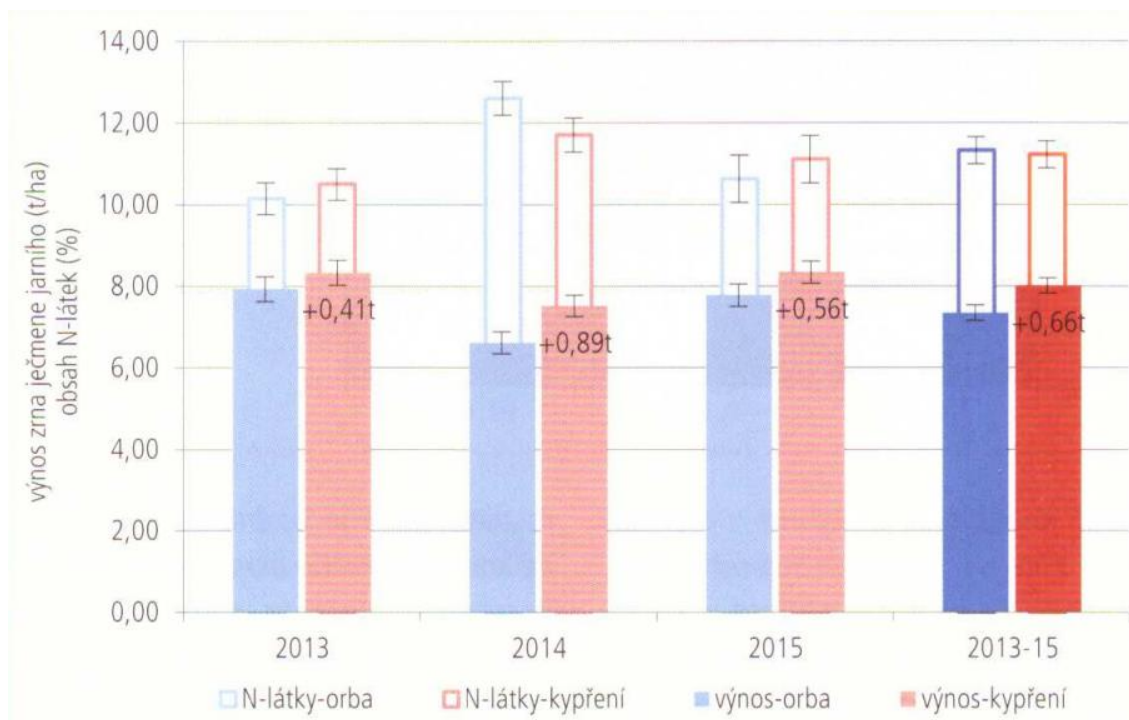
Z pohledu výnosů autoři nemohou doporučit jednoznačně technologii zpracování půdy, všechny mají v zemědělské praxi své opodstatnění.

3.6.2 Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna ječmene

3.6.2.1 Vliv agronomických opatření na produkci jarního ječmene

Dušková a Smutný (2016) se zabývali výnosem jarního ječmene v závislosti na zpracování půdy. Hodnotily se dvě varianty provedené ve stejném termínu: orba na 0,24 m a mělké kypření na 0,15 m. Pokusy byly provedeny opět na lokalitě v Žabčicích, na velmi suché lokalitě v letech 2013-2015. Výsledky tedy mohou posloužit v situaci měnícího se klimatu a rozšiřování sucha do dalších oblastí.

V letech, kdy byl začátek vegetace suchý (2014 a 2015), byly rozdíly ve výnosech v závislosti na zpracování půdy poznat. Jako vhodnější se ukázala varianta s mělkým kypřením. Kromě výnosů byl rozdíl poznat i vizuálně na porostech. Dále byl stanovován i obsah dusíkatých látek v zrna, ten však zpracováním půdy téměř nebyl ovlivněn. Výnos a kvalita zrna ječmene v závislosti na zpracování půdy jsou na obrázku 14.



Obr. 14 Výnos a kvalita zrna jarního ječmene v závislosti na zpracování půdy (Dušková a Smutný, 2016).

3.6.2.2 Jarní ječmen v suchých oblastech

Smutný a kol. (2011) porovnávali různé agrotechnické faktory ovlivňující výnos a kvalitu sladovnického ječmene v suchých oblastech. V suchých letech je podle autorů třeba počítat s nižším výnosem a nadlimitním obsahem dusíkatých látek, což je pro sladovnický ječmen nežádoucí.

Pokusy byly vyhodnocovány na pokusné stanici v Žabčicích v letech 2005-2008. Cílem bylo mimo jiné stanovit vliv předplodiny a zpracování půdy na výnos a kvalitu zrna sladovnického ječmene. Prvním pokusem byla modelace hospodaření bez živočišné výroby, kdy je sláma plodin rozdrvena a zapravena do půdy. Osevní postup byl následující: jarní ječmen, saflor, ozimá pšenice, ozimá pšenice, kukuřice na zrno. Ve druhém pokusu nastínili podmínky hospodaření s živočišnou výrobou. Sláma obilnin byla sklizena a některé plodiny byly hnojeny chlévským hnojem (kukuřice na siláž a cukrovka). Sedmihonný osevní postup tvořily tyto plodiny: vojtěška – 1. rok, vojtěška 2. rok, ozimá pšenice, kukuřice na siláž, ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen). V obou pokusech byly porovnávány také dvě varianty zpracování půdy. První varianta: orba, pod-

mítka po sklizni, orba (0,20-0,24 m). Druhá varianta: kypření, podmítka po sklizni, mělké kypření (do 0,15 m).

Výsledky pokusu poukázaly na významný vliv ročníku. Ze sledovaných faktorů nejvíce výnos a kvalitu ječmene ovlivnila předplodina. Všechny parametry zrna byly příznivější po předplodině cukrovce (vyšší výnos a podíl předního zrna, nižší obsah dusíkatých látek). Potvrdily se obecně známé poznatky, že kukuřice není vhodná předplodina pro sladovnický ječmen. Důvodem je velké množství posklizňových zbytků, které zůstávají na pozemku dlouho nerozložené. Rozloží se až ve druhé polovině vegetace ječmene a dusíkaté látky pak způsobí jejich nadlimitní obsah v znu. Co se týče zpracování půdy, na základě výsledků lze pro ječmen doporučit oba způsoby – orbu i minimalizační technologie. Nebyly totiž zjištěny rozdíly ve sledovaných ukazatelích. Co bylo ale zjištěno, tak interakce mezi zpracováním půdy a ročníkem. Při vysoké vlhkosti půdy se nevyplatí minimalizační technologie, půda totiž jimi není dostatečně prokypřená a ječmeni schází půdní vzduch. Vliv zpracování půdy a předplodiny na výnos a kvalitu zrna sladovnického ječmene jsou zpracovány v tabulce 15.

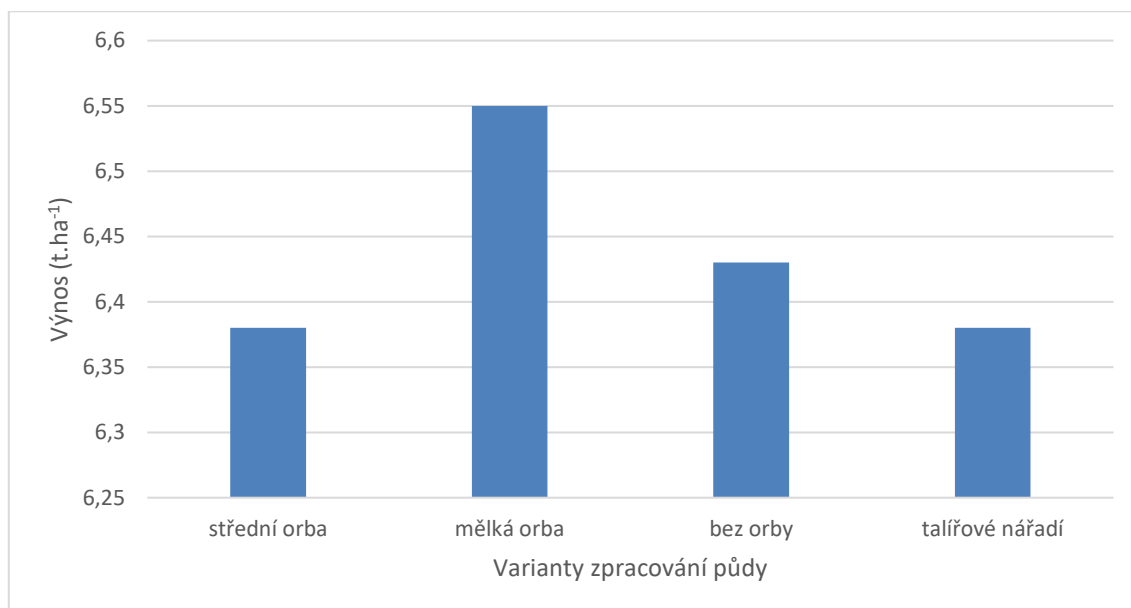
Tab. 15 Vliv agrotechnických faktorů na výnos a kvalitativní parametry zrna sladovnického ječmene (Smutný a kol., 2011).

Předplodina	Parametr	Zpracování půdy	
		orba	min.
Kukuřice na zrno	výnos zrna (t.ha ⁻¹)	6,31	6,42
	obsah dusíkatých látek (% v sušině)	11,80	11,50
	podíl předního zrna (>2,5 mm)	93,90	93,70
Cukrovka	výnos zrna (t.ha ⁻¹)	6,75	6,91
	obsah dusíkatých látek (% v sušině)	11,00	10,90
	podíl předního zrna (>2,5 mm)	95,40	95,5

3.6.2.3 Výnosy zrna jarního ječmene při různém zpracování půdy

V Ivanovicích na Hané (řepařská výrobní oblast) probíhaly v letech 1990-2005 pokusy s rozdílnými způsoby zpracování půdy. Výsledky pokusů potvrdily, že k jarnímu ječmeni plně postačuje minimální zpracování půdy. V rámci pokusů byly hodnoceny tyto varianty: střední orba (do 0,22 m), mělká orba (do 0,15 m), setí do nezpracované půdy a zpracování půdy talířovým nářadím (do 0,12 m). Nejvýhodnější se ukázalo měl-

ké zpracování půdy (do 0,15 m). Výnosy zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) jsou zobrazeny na obrázku 15 (Hůla, Procházková a kol.; 2008).



Obr. 15 Výnos zrna jarního ječmene při různém zpracování půdy, průměr 1990-2005 (Hůla, Procházková a kol.; 2008).

3.6.3 Vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna kukuřice

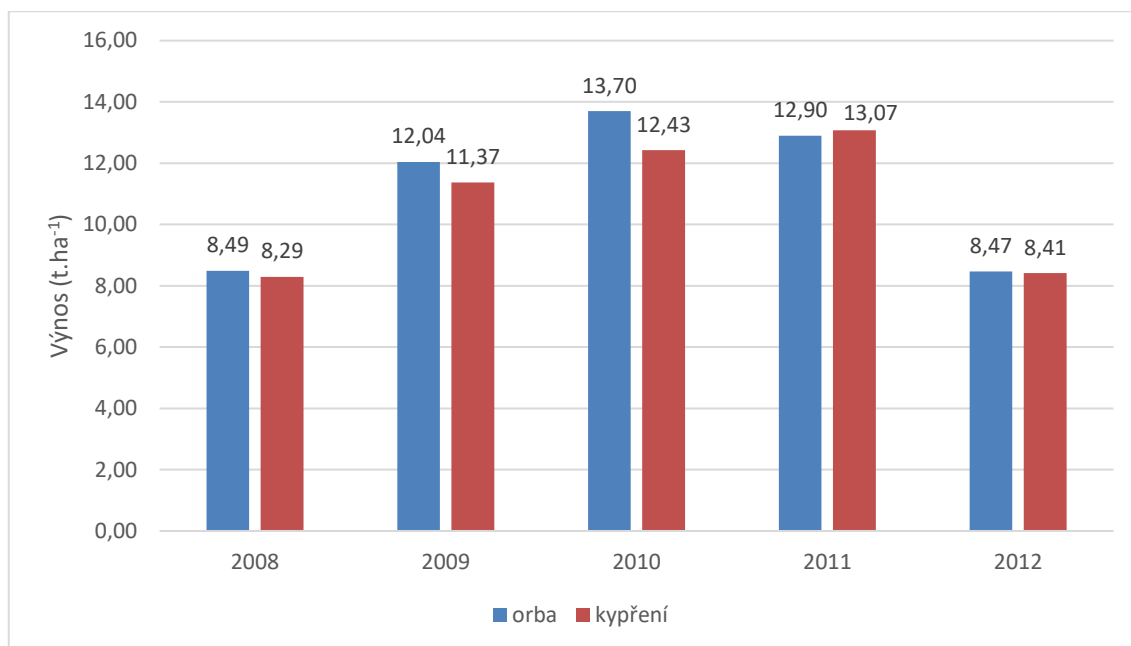
3.6.3.1 Pěstování kukuřice na zrno při různém zpracování půdy

Smutný (2012) hodnotil různé způsoby zpracování půdy ke kukuřici a jejich vliv na výnos. Pokusy probíhaly v letech 2008-2012 na pokusné stanici v Žabčicích.

Byly srovnávány dva způsoby zpracování půdy: orba (na hloubku 0,20-0,24 m) a kypření kombinovaným podmítačem – radličko-talířovým (0,15 m). Kukuřice byla pěstována po ozimé pšenici bez využití chlévského hnoje. V průběhu pěti let byl používán výsevek 80 tisíc semen na hektar, při meziřádkové vzdálenosti 0,75 m. Hloubka výsevu byla 0,07 m.

Z výsledků vyplývá, že výnosy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) zrna kukuřice byly významně ovlivněny ročníkem. V roce 2008 bylo nedostatek srážek, podobně v roce 2012. Varianta s orbou se ukázala z hlediska výnosů jako výhodnější. V roce 2010 (nadprůměrné srážky) byl zaznamenán výrazně vyšší výnos u varianty s orbou. Důvodem může být nedostatek vzduchu v půdě na variantě s minimalizační technologií. Vzduch v půdě je potřebný

k růstu kořenů a mineralizaci – uvolňování dusíku pro rostliny. Výnosy zrna kukuřice při různém zpracování půdy jsou vidět na obrázku 16.



Obr. 16 Výnos zrna kukuřice v letech 2008-2012 při různém zpracování půdy (Smutný, 2012).

3.6.3.2 Dlouhodobé účinky různých systémů zpracování půdy na výnos kukuřice

Videnović a kol. (2010) se zabývali kukuřicí, zkoumali v dlouhodobých pokusech (v Srbsku) vliv ročníku, tří způsobů zpracování půdy a tří variant hnojení na výnos kukuřice.

Výzkum byl prováděn v letech 1999-2008. První z variant zpracování půdy bylo bez orby, druhé redukované zpracování (do hloubky 0,10-0,12 m) a třetí konvenční zpracování s orbou (podmítka 15 cm a potom na podzim orba do 0,25 m). Varianty hnojení byly tři: F_0 - kontrola, F_1 – celkem hnojiv 258 kg.ha⁻¹ (N 150 kg.ha⁻¹, P 46 kg.ha⁻¹, K 62 kg.ha⁻¹) a F_2 - celkem hnojiv 516 kg.ha⁻¹ (N 300 kg.ha⁻¹, P 92 kg.ha⁻¹ a K 124 kg.ha⁻¹). Hustota porostu byla 64 935 rostlin na hektar. Předplodinou byla vždy pšenice ozimá, zbytky ze sklizně byly odebrány z pozemku pro zabránění šíření chorob. Během pokusů ovlivnily výnos čtyři suché roky: 2000, 2003, 2007 a 2008. Z hlediska srážek byly mírně příznivější roky 2002 a 2005. Nejvhodnější roky z hlediska objemu i distribuce srážek byly roky 1999, 2001, 2004 a 2006.

Z výsledků bylo patrné, že všechny tři sledované faktory (ročník, zpracování půdy i množství hnojiv) ovlivňují výnos ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) kukuřice významným způsobem. Ve čtyřech suchých letech (2000, 2003, 2007 a 2008), které měly průměrné srážky menší než 300 mm, byl výnos nejnižší (5,63; 7,44; 7,40 a $6,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Ve dvou srážkově průměrných letech (2002 a 2005; 300-400 mm) byly výnosy průměrné – 9,09 a $11,73 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V letech s nejhojnějšími srážkami (1999, 2001, 2004 a 2006; nad 400 mm) byly výnosy 9,48; 7,65; 12,86 a $10,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Konvenční zpracování půdy (CT) bylo pro kukuřici z hlediska výnosů nejvýhodnější, průměrný výnos ze všech let a všech variant hnojení činil $10,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Redukované zpracování půdy (RT) způsobilo průměrný výnos – $8,99 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a nejméně vhodné se ukázalo bezorebné zpracování půdy (NT), kdy byl výnos kukuřice $6,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Výnosy zrna kukuřice v závislosti na zpracování půdy jsou uvedeny v tabulce 16.

Hnojiva taktéž ovlivnila významně výsledky. Varianta hnojení F_0 přinesla nejnižší výnos – $7,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, varianta F_1 střední hodnotu výnosu – $9,18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a varianta F_2 s největší dávkou hnojiv přinesla největší výnos – $9,56 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tab. 16 Výnos zrna kukuřice ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) v průběhu let v závislosti na způsobu zpracování půdy a množství použitých hnojiv (Videnović a kol., 2010).

	A	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	$\bar{x}$
NT	F_0	5.03	1.98	3.99	8.28	5.42	8.81	5.90	5.49	5.72	2.25	5.29
	F_1	7.27	3.01	6.65	8.62	5.95	12.31	6.93	7.76	7.22	4.54	7.03
	F_2	6.89	3.90	7.33	8.48	6.66	13.28	13.91	10.67	6.22	5.01	8.23
	$\bar{x}$	6.40	2.96	5.99	8.46	6.01	11.47	8.92	7.97	6.39	3.94	6.85
RT	F_0	10.79	4.19	7.03	8.34	7.46	11.00	10.87	9.29	5.85	3.42	7.82
	F_1	11.20	4.93	8.66	8.80	7.76	13.90	12.35	10.85	8.57	8.37	9.54
	F_2	9.93	6.33	8.26	9.19	7.24	13.58	13.96	12.15	8.23	7.17	9.60
	$\bar{x}$	10.64	5.15	7.98	8.78	7.49	12.83	12.39	10.76	7.55	6.32	8.99
CT	F_0	10.70	8.44	8.85	9.58	8.69	14.54	13.13	10.08	6.48	9.64	10.01
	F_1	11.40	8.68	9.51	10.26	8.98	14.25	13.80	13.51	9.20	10.27	10.98
	F_2	12.09	9.27	8.60	10.24	8.85	14.09	14.70	12.72	9.10	8.79	10.84
	$\bar{x}$	11.39	8.79	8.99	10.03	8.84	14.29	13.87	12.10	8.26	9.57	10.61
$\bar{x}$	F_0	8.84	4.87	6.62	8.73	7.19	11.45	9.97	8.29	6.01	5.10	7.71
	F_1	9.96	5.54	8.27	9.22	7.56	13.48	11.03	10.70	8.33	7.73	9.18
	F_2	9.64	6.50	8.06	9.30	7.58	13.65	14.19	11.85	7.85	6.99	9.56
	$\bar{x}$	9.48	5.63	7.65	9.09	7.44	12.86	11.73	10.28	7.40	6.61	8.82

3.6.3.3 *Hodnocení vlivu různého zpracování půdy na výnosy kukuřice na zrno*

V letech 2002-2006 byly hodnoceny pokusy s různými variantami zpracování půdy ke kukuřici na zrno. Oblast pokusu se nacházela v kukuřičné výrobní oblasti, půda byla hnědozem, hlinitá.

Testovány byly následující varianty zpracování půdy: orba (0,22 m), mělké zpracování půdy (0,10-0,12 m) a bez zpracování půdy.

V průměru byly rozdíly ve výnosu ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) poměrně malé, statisticky nevýznamné. Nejvyššího průměrného výnosu bylo dosaženo po orbě ($10,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), dále po mělkém zpracování půdy ($10,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a nejnižšího výnosu ($10,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) kukuřice dosáhla bez zpracování půdy (Hůla, Procházková a kol.; 2008).

4 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla rozdělena na dvě části. V teoretické části byl charakterizován současný stav pěstování stěžejních druhů obilnin a současná situace struktury plodin v České republice. Je uvedena biologická charakteristika, tvorba výnosu a základní kvalitativní parametry zrna obilnin se zaměřením na pšenici, ječmen a kukuřici. V experimentální části je analyzován vliv vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna těchto tří obilnin.

Analýza vlivu vybraných agrotechnických faktorů na výnos a kvalitu zrna byl rozdělena podle jednotlivých druhů obilnin. Polní pokusy probíhaly na různých místech České republiky, dále na Slovensku a v Srbsku. Výsledky byly tedy z různých produkčních oblastí. Průběh povětrnostních podmínek působil na různých lokalitách odlišným způsobem. V pokusech byly sledovány vlivy předplodin, zpracování půdy, hnojení a ročníku na výnos i kvalitu zrna obilnin.

Pšenice dosahovala nevyšších výnosů po předplodině řepce, průměrného po obilnině a nejnižšího po kukuřici. V dalších pokusech se prokázala jako velmi dobrá předplodina pro ozimou pšenici vojtěška, ale také hrách. Vhodná předplodina může být i kukuřice na siláž. Nevhodné je pěstování monokultury pšenice. Kvalita zrna pšenice ozimé byla nejlepší rovněž po předplodině řepce, po obilnině vykazovala střední hodnoty a po kukuřici nejhorší. Výjimkou byla hmotnost tisíce semen, ta byla po obilnině nejvyšší, po kukuřici nižší a po obilnině nejnižší. Předplodina ovlivňovala výnos pšenice v interakci se zpracováním půdy. U horších předplodin se projevíly pozitivní účinky orby. Naopak po lepších předplodinách bylo lepších výsledků dosaženo u minimalizačních variant zpracování půdy. Nevhodné zpracování půdy k ozimé pšenici bylo podle pokusů setí do mulče.

Pro ječmen je podle pokusů velmi vhodná předplodina cukrovka (ječmen vykazoval vyšší výnos a podíl předního zrna a nižší obsah dusíkatých látek). Nevhodná předplodina pro sladovnický ječmen je kukuřice. Ze způsobů zpracování půdy je možné použít orbu i minimalizační technologie. V některých pokusech byl významně vyšší výnos ječmene při mělkém zpracování půdy, zvláště v sušších letech. Kvalita ječmene jarního nebyla zpracováním půdy příliš ovlivněna.

Ze způsobů zpracování půdy ke kukuřici na zrno je podle pokusů nejvhodnější konvenční technologie s orbou. Tak dosáhla kukuřice nejvyšších výnosů. Nižších výnosů dosahovala po použití redukováného zpracování půdy a nejnižšího po bezorebné technologii. V dlouhodobých pokusech byl také zkoumán vliv množství hnojiv na výnos kukuřice. Výsledky očekávaně potvrdily, že spolu se zvýšením množství dodaných hnojiv se zvyšuje i výnos.

Velký vliv na výsledky pokusů měl ročník. Výnos i kvalitu ovlivňují teploty, množství a rozložení srážek. Tyto vlivy se mohou vzájemně ovlivňovat. Je tedy nutné zvážit použitou pěstební technologii s přihlédnutím ke konkrétním podmínkám roku i stanoviště.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

- ČSÚ, 2017. Český statistický úřad. www.czso.cz [online]. © aktualizováno dne 20. 4. 2017. [Cit 21. 4. 2017]. Dostupné z: www.czso.cz
- ČSÚ, 1996. Osevní plochy zemědělských plodin. *Statistická ročenka ČR*. Praha, 1996, s. 338-339. ISBN 80-7183-061-5.
- ČSÚ, 2006. Osevní plochy zemědělských plodin. *Statistická ročenka ČR*. Praha, 2006, s. 468-469. ISBN 80-250-1258-1.
- ČSÚ, 2011. Osevní plochy zemědělských plodin. *Statistická ročenka ČR*. Praha, 2011, s. 408-409. ISBN 978-80-250-2105-7.
- DUŠKOVÁ, S. a SMUTNÝ V., 2016. Vliv agronomických opatření na produkci jarního ječmene. *Úroda*. **2016**(9): 12-15. ISSN 0139-6013.
- HAŠANA, R. a BUŠO R., 2016. Pěstování ozimé pšenice v různých systémech zpracování půdy. *Úroda*. **2016**(7): 79-82. ISSN 0139-6013.
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ B. a kol., 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-28-1.
- CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ B. a HRUDOVÁ E., 2005. *Pěstování a kvalita rostlin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 978-80-7157-897-0.
- KOSTELANSKÝ, F., 2004. *Obecná produkce rostlinná*. Vyd. 2. nezm. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 978-80-7157-765-2.
- KŘEN, J., NEUDERT L., PROCHÁZKOVÁ B., SMUTNÝ V a HŮLA J., 2015. *Obecná produkce rostlinná*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-325-7.
- KWS OSIVA s. r. o., 2012. *Kukuřice do kapsy*. KWS OSIVA s. r. o., 166 s.
- MZe, 2009. *Situační a výhledová zpráva – obiloviny*. www.eagri.cz [online]. MZe, © 2009-2017. [Cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/situačni-a-vyhledove-zpravy/roślinne-komodity/obiloviny/>

- PETR, J., 1987. *Počasí a výnosy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- PETR, J. a HÚSKA J., 1997. *Speciální produkce rostlinná*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0152-x.
- POLIŠENSKÁ, I., VÁŇOVÁ M. a JIRSA O., 2016. Vliv předplodiny na kvalitu a výnos ozimé pšenice. *PŠENICE: Odborná příloha časopisu Úroda*. **2016**(8): 4-10. ISSN 0139-6013.
- PRUGAR, J., 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. ISBN 978-80-86576-28-2.
- RYANT P. a BOROVCOVÁ Š., 2015. *Hnojení obilnin*. web2.mendelu.cz [online]. © poslední aktualizace 28. 7. 2015. [Cit. 15. 4. 2017]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=3388
- SMUTNÝ, V., NEUDERT L. a DRYŠLOVÁ T., 2016. Vliv předplodin a zpracování půdy na výnos ozimé pšenice. *Úroda*. **2016**(8): 66-68. ISSN 0139-6013.
- SMUTNÝ, V., NEUDERT L. a DRYŠLOVÁ T., 2011. Jarní ječmen v suchých oblastech. *Úroda*. **2011**(2): 68-69. ISSN 0139-6013.
- SMUTNÝ, V., 2012. Pěstování kukuřice na zrna při různém zpracování půdy. *Úroda*. **2012**(12): 29-30. ISSN 0139-6013.
- VANĚK, V. a kol. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-79-3.
- VIDENOVIC, SIMIĆ, SRDIĆ a DUMANOVIC, 2011. Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields. *Plant, Soil and Environment*. **2011**(4): 186-192.
- ZIMOLKA, J. a kol., 2005. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha: Profi Press. ISBN 80-86726-09-6.
- ZIMOLKA, J. a kol., 2008. *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. Praha: Profi Press. ISBN 9788086726311.

ZIMOLKA, J. a kol., 2006. *Ječmen - formy a užitkové směry v České republice*. Praha: Profi Press. ISBN 80-86726-18-5.

ZIMOLKA, J. a kol., 2008. *Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba: (polní a zahradní plodiny, základy pícninářství)*. 2., nezměn. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-230-9.

ŠKARPA, P., (2010). Multimediální texty „Laboratorní výuka z výživy rostlin“(e-learning, FRVŠ, projekt F4 d 2057/2009). [online], Brno: Mendelova univerzita v Brně, [Cit. 23. 4. 2017]. Dostupné z:
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/obrazky/psenice.jpg

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Celková struktura plodin v ČR (1990-2015) po pěti letech.

Obr. 2 Dynamika tvorby jednotlivých výnosových prvků.

Obr. 3 Zadoksova stupnice s desetinným kódem pro ozimou pšenici.

Obr. 4 Zadoksova stupnice s desetinným kódem pro jarní ječmen.

Obr. 5 Zadoksova stupnice s desetinným kódem pro kukuřici.

Obr. 6 Dynamika odběru živin a nárůst sušiny ozimé pšenice.

Obr. 7 Dynamika odběru živin a nárůst sušiny jarním ječmenem.

Obr. 8 Dynamika odběru živin a nárůst sušiny kukuřicí.

Obr. 9 Průměrné výnosy dosažené po různých předplodinách.

Obr. 10 Průměrné výnosy dosažené po různých způsobech zpracování půdy.

Obr. 11 Výnos ozimé pšenice v první rotaci osevního postupu.

Obr. 12 Výnos ozimé pšenice ve druhé rotaci osevního postupu.

Obr. 13 Výnos ozimé pšenice ve třetí rotaci osevního postupu.

Obr. 14 Výnos a kvalita zrna jarního ječmene v závislosti na zpracování půdy.

Obr. 15 Výnos zrna jarního ječmene při různém zpracování půdy, průměr 1990-2005.

Obr. 16 Výnos zrna kukuřice v letech 2008-2012 při různém zpracování půdy.

7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vývoj osevních ploch v letech 1990-2016 v ha.

Tab. 2 Osevní plochy vybraných obilovin v roce 2016 v ha.

Tab. 3 Charakteristika skupin obilnin.

Tab. 4 Makrofenologická a mikrofenologická stupnice obilnin.

Tab. 5 Doporučené odrůdy ozimé pšenice 2016.

Tab. 6 Doporučené odrůdy jarní pšenice 2016.

Tab. 7 Doporučené odrůdy jarního ječmene 2016.

Tab. 8 Doporučené odrůdy ozimého ječmene 2016.

Tab. 9 Odrůdy kukuřice na zrno.

Tab. 10 Odrůdy silážní kukuřice.

Tab. 11 Střední odběr živin kukuřicí na 1 t produktu.

Tab. 12 Stroje pro sklizeň kukuřice a způsoby použití zrna.

Tab. 13 Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do kategorií.

Tab. 14 Výnos a kvalita ozimé pšenice (průměr pro 10 odrůd) pěstované po předplodině obilnině, řepce a kukuřici.

Tab. 15 Vliv agrotechnických faktorů na výnos a kvalitativní parametry zrna sladovnického ječmene.

Tab. 16 Výnos zrna kukuřice ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) v průběhu let v závislosti na způsobu zpracování půdy a množství použitých hnojiv.