

VÝŽIVA A HNOJENÍ OBILNIN

Rostislav Richter – Pavel Ryant

Obilniny mají klíčové postavení v rostlinné výrobě a zaujímají na orné půdě více než 60% osevních ploch. Výnos obilovin je ovlivňován:

- počtem klasů nebo lat na jednotku plochy,
- počtem zrn v klase nebo latě
- hmotností tisíce zrn nebo semen (HTZ),

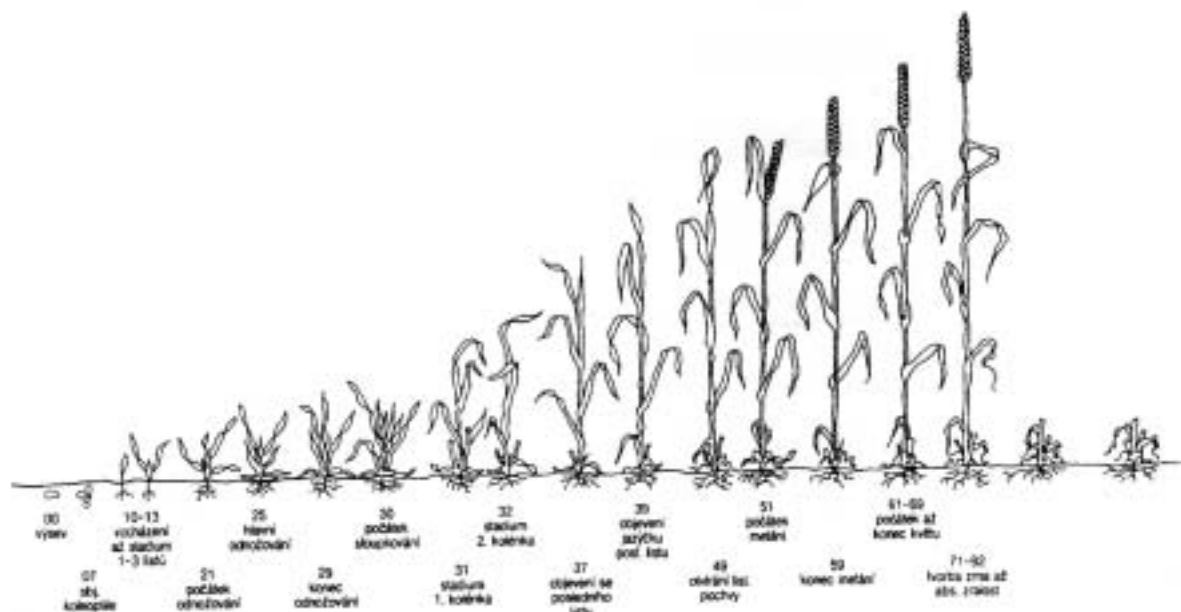
Uvedené parametry jsou na sobě závislé a vzájemně se ovlivňují. O realizaci obilovin na trhu rozhodují kvalitativní parametry zrna, které jsou významně ovlivňovány povětrnostními vlivy, agrotechnikou, ale také výživou. Ve sklizených produktech je odčerpáno velké množství živin (tab. 1).

Tab. 1 Průměrná spotřeba čistých živin na výnos hlavního produktu

Druh obilniny	Odběr živin výnosem zrna (kg.t ⁻¹)			
	N	P	K	Mg
Pšenice ozimá	25	5,0	20,0	2,4
Žito ozimé	24	6,1	21,6	2,4
Ječmen ozimý	26	5,7	24,0	1,8
Pšenice jarní	26	5,2	19,9	2,4
Ječmen jarní	24	5,2	19,9	1,8
Kukuřice	27	5,2	23,2	4,8
Oves	26	6,1	24,1	2,4
Proso	30	6,1	34,9	2,0
Pohanka	34	7,0	33,2	2,1

V zrně je odčerpán hlavně dusík, fosfor, hořčík, síra a ve slámě draslík a vápník. Obilniny řadíme mezi plodiny se střední potřebou živin. Nedostatek některé z živin má vliv na tvorbu výnosových prvků a výrazně ovlivňuje kvalitativní parametry sklizeného zrna. Ve výživě obilnin se řídíme fenologickými fázemi (obr. 1).

Obr. 1 Fenologické fáze obilnin



Obilniny řadíme mezi plodiny se střední potřebou živin, avšak i mezi nimi jsou značné rozdíly. Z hlediska přístupu k jejich výživě a hnojení jsou rozdíly v hnojení ozimých a jarních obilnin. U **ozimých obilnin** hnojení dělíme na:

A. Základní hnojení, které se provádí nejpozději před setím (při přípravě půdy). Při něm upravujeme zvláště hodnotu výměnné půdní kyselosti (pH/KCl) a obsahy přístupných živin v půdě stanovených při AZP podle Mehlicha III. Hodnocení provádíme podle následujících kritérií:

Tab. 2 Kritéria hodnocení půdní reakce

Hodnota pH	Půdní reakce
do 4,5	extrémně kyselá
4,6 - 5,0	silně kyselá
5,1 - 5,5	kyselá
5,6 - 6,5	slabě kyselá
6,6 - 7,2	neutrální
7,3 - 7,7	alkalická
nad 7,7	silně alkalická

Tab. 3 Stanovení potřeby vápnění na orné půdě

Lehká půda		Střední půda		Těžká půda	
pH/KCl	t.ha ⁻¹ CaO	pH/KCl	t.ha ⁻¹ CaO	pH/KCl	t.ha ⁻¹ CaO
do 4,5	1,20	do 4,5	1,50	do 4,5	1,70
4,6-5,0	0,80	4,6-5,0	1,00	4,6-5,0	1,25
5,1-5,5	0,60	5,1-5,5	0,70	5,1-5,5	0,85
5,6-5,7	0,30	5,6-6,0	0,40	5,6-6,0	0,50
		6,1-6,5	0,20	6,1-6,5	0,25
				6,6-6,7	0,20

Tab. 4 Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku na orné půdě (Mehlich III)

Obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)
nízký	do 50
vyhovující	51 – 80
dobrý	84 – 115
vysoký	116 – 185
velmi vysoký	nad 185

Obsah	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 100	do 105	do 170
vyhovující	101 – 160	106 – 170	171 – 260
dobrý	161 – 275	171 – 310	261 – 350
vysoký	276 – 380	311 – 420	351 – 510
velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Obsah	HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 80	do 105	do 120
vyhovující	81 – 135	106 – 160	121 – 220
dobry	136 – 200	161 – 265	221 – 330
vysoký	201 – 285	266 – 330	331 – 460
velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

Tab. 5 Kriteria hodnocení obsahu vápníku podle Mehlicha III

Obsah	VÁPŇÍK (mg.kg ⁻¹)		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 1000	do 1100	do 1700
vyhovující	1001 – 1800	1101 – 2000	1701 – 3000
dobry	1801 – 2800	2001 – 3300	3001 – 4200
vysoký	2801 – 3700	3301 – 5400	4201 – 6600
velmi vysoký	nad 3700	nad 5400	nad 6600

Při určení dávky fosforu, draslíku a hořčíku vycházíme z potřeby čistých živin na předpokládaný výnos (tab. 1). Od základní dávky (normativu) se odečte živina dodaná v organickém hnojivu a korekci obsahu P, K, Mg provedeme podle výsledků AZP (viz tab. 3-5). Přitom respektujeme zásadu, že dávky živin u nízké zásoby zvyšujeme a u vysoké zásoby příslušnou živinou nehnojíme po dobu 3 let vůbec. Úpravu normativu provádíme podle tab. 6. Musíme si uvědomit, že účinnost dusíku ve výživě rostlin je závislá na optimálním obsahu všech makrobiogenních prvků.

Tab. 6 Úprava normativů pro hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem na základě zhodnocení obsahu přístupných živin podle Mehlicha III

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nízká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení normativ + 50 %	mírné dosycení normativ + 25 %	normativ	nehnojit
Draslík				
Hořčík				

Hnojení dusíkem před setím u ozimů provádíme často pouze výjimečně, je-li obsah $N_{\min}$ v půdě nízký (nedosahuje hodnoty nad 10 mg $N_{\min}$ t.j cca 40 kg $N \cdot ha^{-1}$), dále na pozemcích méně úrodných a po špatné předplodině. Při zaorávce většího množství posklizňových zbytků (slámy) je **nutné** upravit poměr C:N dusíkatým hnojivem (nejlépe síran amonný). Na 1tunu slámy obilnin je třeba dodat v průměru 8-12 kg N, u řepkové slámy 5-6 kg N. Na půdách s nízkým obsahem fosforu je vhodné aplikovat P v dávce kolem 3,5-4,5 kg. ha^{-1} .

B. Přihnojení během vegetace – hnojení na list . Podle druhu obilniny aplikujeme především dusíkatá hnojiva formou dělených dávek a dále ostatní živiny, pokud se vyskytují v rostlině v nižších než optimálních koncentracích. Při určení druhu živiny a výše dávky vycházíme z:

- anorganického rozboru rostlin,
- obsahu $N_{\min}$ v půdě,
- stavu porostu (stupeň růstu a vývoje),
- dalších metod (N-tester, aj.),

U ozimých obilnin dávku dusíku dělíme na :

- **regenerační hnojení**, má za cíl obnovení biomasy u zimou zesláblých rostlin. Tím urychlíme vývin porostů a podpoříme odnožování rostlin a ovlivňujeme počet klasů na jednotku plochy.
- **produkční hnojení**, provádí se ve fázi DC 29 po odnožení na počátku sloupkování. Toto přihnojení ovlivňuje diferenciaci stébel a příznivě působí na vývoj klasového větene, a tím i na hustotu porostu i produktivitu klasu. Dávku dusíku volíme podle :
 - anorganických rozborů rostlin,
 - půdního dusíku (N_{min}),
 - anorganického rozboru rostlin s upřesněním dávky dusíku N testem.

Pokud zjistíme chemickým rozбором rostlin nižší obsah živin než je jejich optimální hodnota použijeme ke zmírnění jejího nedostatku vhodný typ listového hnojiva.

- **kvalitativní hnojení** - výrazně ovlivňuje produktivitu klasu a kvalitativní ukazatele zrna. Provádí se v období před metáním (DC 49) do kvetení (DC 60). Aplikace N v první fázi spíše zvyšuje počet obilek a ve druhé fázi má vliv na obsah dusíkatých látek v obilkách a obsah lepku. Jeho úspěšnost je podmíněna dobrým zdravotním stavem a příznivými vláhovými podmínkami. U nás je ve většině případů dávkou navíc zaměřenou na zvýšení kvality produkce.

U **jarních obilnin** dávku dusíku dělíme na :

- základní hnojení
- produkční hnojení
- kvalitativní hnojení- pouze v případech, kdy chceme zvýšit obsah N-látek

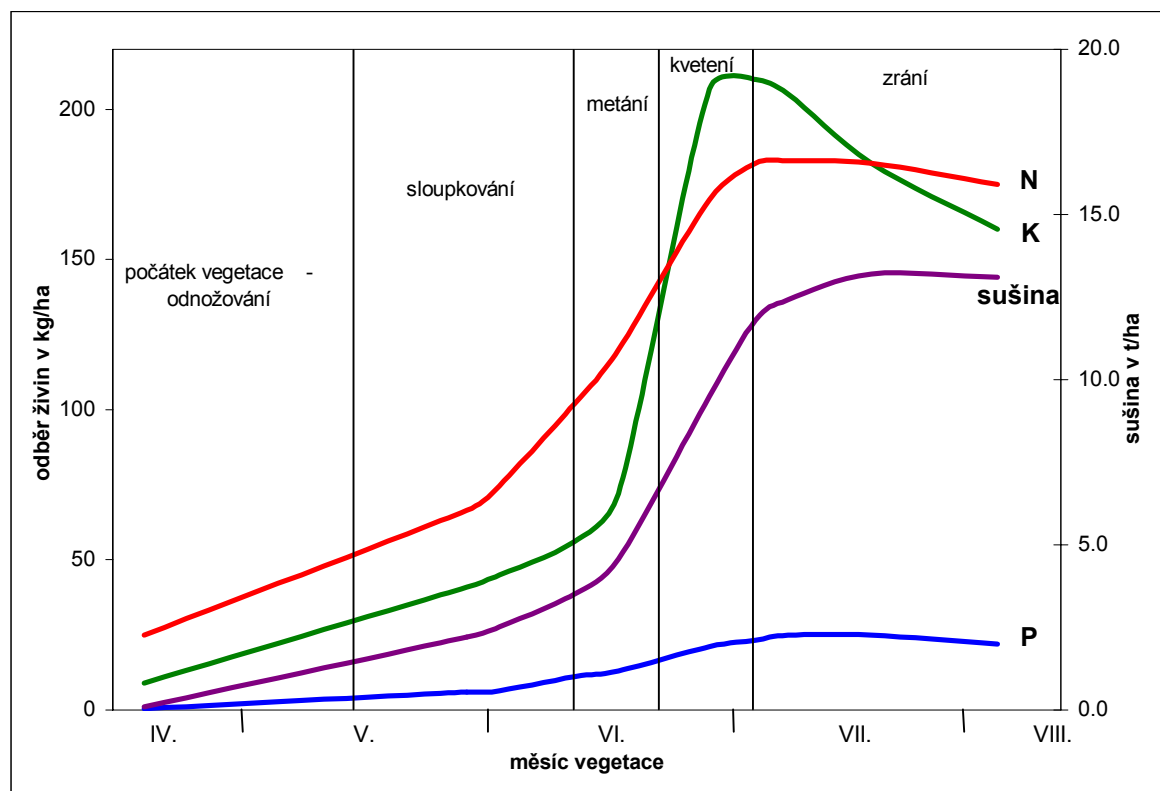
Pšenice ozimá

Vyžaduje hluboké, hlinité až jílovité půdy se slabě kyselou až neutrální reakcí (pH 6,0-7,2). Nejvhodnější jsou pro ni černozemě, degradované černozemě a hnědozemě. Tyto půdy mají dobré fyzikální, biologické a chemické vlastnosti a jsou schopné poutat dobře živiny a vodu. Nevhodné pro pšenici jsou půdy lehké.

Pšenice je náročná na vodu, jejíž přítomnost je nutná v počátečním období (tvorba kořenového systému, tvorba adventivních kořínků, kdy rozhoduje také o vyrovnaném odnožování. Nároky na vláhu se zvyšují v období od sloupkování do kvetení, kdy probíhá tvorba klasu a kvítků. Od kvetení do ukončení mléčné zralosti se vytváří zrno. Nedostatek vody v tomto období se projevuje podle FECENKA (2001) snížením počtu zrn v klase, částečnou, ale někdy až úplnou hluchostí klasu. Při nedostatku vody na konci mléčné a voskové zralosti se zmenšuje hmotnost zrna. Nároky rostlin na vodu se snižují v polovině voskové zralosti, kdy listy začínají žloutnout a postupně odumírají. Nedostatek vody výrazně ovlivňuje využití živin a má podstatný vliv na technologické parametry zvláště u potravinářské pšenice.

Odrůdy ozimých pšenic jsou vyšlechtěné na vysoký výnos. Využití tohoto genetického potenciálu znamená uplatnit celý systém agrotechnických opatření včetně nejnovějších poznatků z oblasti výživy a hnojení rostlin. Pšenice začíná svůj vývoj v obilce. Již při klíčení dochází vlivem enzymatické činnosti k rozkladu složitých organických látek na látky jednoduché, které zárodek využívá pro svůj růst. Na složení obilky závisí tvorba kořenového systému - zakořeňování rostlin a přechod na výživu z půdy. Proto podle FECENKA A LOŽEKA (2001) by se vedle mechanických, fyzikálních a biologických vlastností osiva mělo vzít v úvahu i jeho chemické složení. Ozimá pšenice na strukturních černozemních půdách do zimy dosahuje hloubky kolem 0,7-1,0 m. Podstatná část kořenového systému se však nachází ve vrstvě do 0,4 m. Významnou úlohu na optimální růst a vývoj pšenice má v podzimním období obsah živin v půdě a jejich vzájemný poměr. Nedostatek živin se zvláště výrazně projevuje v omezených metabolických procesech, jejichž výsledkem jsou slabé a špatně odnožené rostliny, které při silnějších zimách často vymrzají. Celková potřeba ozimé pšenice na 1 tunu zrna je uvedena v tab. 1. Odběr živin během vegetace neprobíhá rovnoměrně jak ukazuje obr. 2.

Obr. 2 Dynamika odběru živin ozimou pšenicí a nárůst sušiny (zpracováno dle AIGNERA et al., 1988)



Příjem živin na podzim je malý a přes zimu se zastavuje. Podíl přijatého dusíku na podzim není vyšší než 10 % z celkového odběru, a proto aplikovat vysoké dávky před setím je zbytečné a neekologické. Do začátku sloupkování rostliny přijmou v průměru asi 40 % dusíku a jeho intenzita roste až do konce kvetení, kdy přijme dalších 30 % N. To znamená, že pro dosažení vysokých a kvalitních výnosů musí být pro rostlinu k dispozici vedle dalších živin i dostatečné množství dusíku. Po odkvětu se požadavky na dusík z půdy relativně snižují, poněvadž se dusík přemísťuje z ostatních částí rostliny do tvořícího se zrna. Na konci vegetace je v zrna nahromaděno až 75 % dusíku. Využití dusíku na tvorbu zrna je však často v našich podmínkách omezoováno nízkým obsahem P, K, Mg a síry. Proto je nutné hladinu těchto deficitních prvků zmírnit listovou výživou a tím zvýšit i využití dusíku. Nedostatek dusíku v rostlinách v období po odkvětu vede předčasně ke žloutnutí a odumírání listů. Použití dusíkatých hnojiv společně se sírou při kvalitativním přihnojení prodlužuje období intenzivního růstu a vytváří předpoklady ke zvýšení výnosu zrna a jeho kvality.

Pro ozimou pšenici je hnojení dusíkem během vegetace velmi významným výživářským opatřením. Jeho cílem je podpořit utváření výnosotvorných prvků a poskytnout pěstovaným rostlinám dusík v období jeho potřeby. Při optimalizaci hnojení je třeba vycházet z výsledků agrobiologické kontroly (počet rostlin na m², počet odnoží, zdravotní stav porostu, vývoj porostu), chemického rozboru rostlin a obsahu N_{min} v půdě. S ohledem na odlišné nároky na dusík během vegetace je třeba zajistit, aby jej byl dostatek právě v období intenzivního růstu. V minerálních hnojivech bychom měli aplikovat takové množství dusíku, aby pokryl spolu s půdním dusíkem jejich potřebu. Použití dusíkatých hnojiv můžeme u ozimé pšenice rozdělit na:

- základní hnojení,
- hnojení během vegetace.

Základní hnojení dusíkem pro ozimou pšenici provádíme pouze na půdách méně úrodných, po špatné předplodině a tam kde je nízký obsah N_{min} v půdě. Tam, kde je zařazena ozimá pšenice po luskovinách a jetelovinách dusíkem na podzim nehnojíme a dávku použijeme až při hnojení během vegetace.

Přihnojení během vegetace

- **regenerační hnojení:** provádíme co nejdříve zvláště na odnožené porosty ze včasných výsevů. Dále přihlížíme k odnožovací schopnosti odrůd. U odrůd silně a středně odnoživých (např. Asta, Mona, Regina, Simona, Vlada, Brea, Contra, Ebi, Nela, Solara aj.) dávku dusíku snížíme (asi o $15 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$), ale u odrůd s nízkou odnožovací schopností naopak dávku N zvýšíme (např.: Hana, Ilona, Rexia aj.). Z hnojiv použijeme LA (ledek amonný), LAV (ledek amonný s vápencem), LAD (ledek amonný s dolomitem). Na půdách s nízkým obsahem síry je výhodné použít hnojivo DASA (DA+SA), kterým dodáme i nezbytnou síru. U zimou nepoškozených a dobře odnožených porostů, lze při průměrné denní teplotě nad 8°C použít i DAM-390 nebo SAM-240 (obsahuje $80 \text{ kg S} \cdot \text{m}^{-3}$). Pozor nedoporučuje se používat tato hnojiva na porosty mechanicky poškozené (válením, vláčením nebo nízkými teplotami).

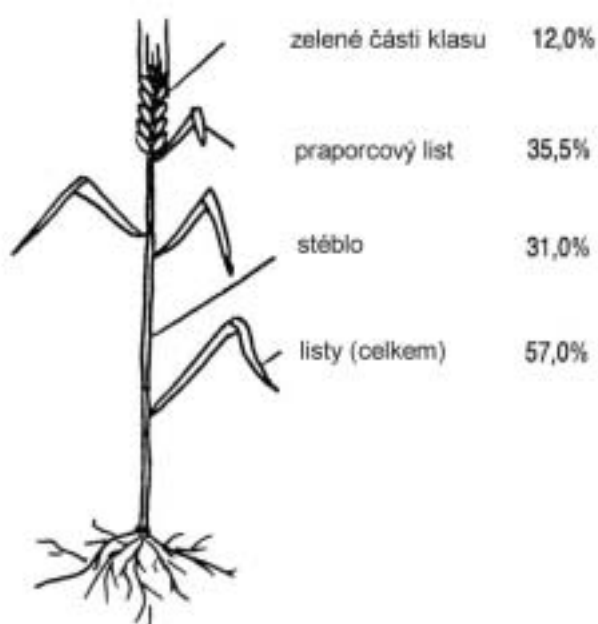
U málo odnožených porostů (často seté po agrotechnické lhůtě), použijeme dusík ve formě LV (ledek vápenatý), LAV, LAD. U těchto porostů se doporučuje aplikovat druhou dávku regeneračního přihnojení v DAM-390 nebo SAM-240 spolu s morforegulátorem (např.: Retacel Extra R 68, Stabilan 750 SL nebo Stefes v dávce $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$).

V kukuřičné výrobní oblasti a v suchých podmínkách se osvědčilo zvýšit dávku dusíku při regeneračním hnojení, protože dusík se s ohledem na nízkou vlhkost uplatní často až později.

- **produkční hnojení** - provádíme na počátku sloupkování a pozitivně ovlivňuje diferenciaci stébel, hustotu porostu i produktivitu klasu. V tomto období se zakládá i počet zrn v klase. Je to období, kdy většinou aplikujeme největší část dusíku. Přihnojení provádíme na základě chemického rozboru rostlin a obsahu $N_{\min}$ v půdě. Produkční dávka se obvykle aplikuje v období konec odnožování až začátek sloupkování. Může se také dělit. V takovém případě se aplikuje první část na začátku sloupkování a druhá část v plném sloupkování. Využití dusíku při dvojí aplikaci je sice efektivnější, avšak je nákladnější. Z hnojiv jsou zvláště vhodná LA, LAV, LV, DASA, DAM-390, SAM-240. Tam, kde je snížen v rostlinách obsah fosforu, hořčíku nebo síry je vhodné použít NP roztok, kapalná hnojiva s Mg a S nebo speciální listová hnojiva. Kapalná hnojiva lze aplikovat společně s regulátorem růstu proti poléhání.
- **kvalitativní pozdní přihnojení** - aplikace se u ozimé pšenice provádí v období před metáním do začátku kvetení. Ovlivňuje se jím hmotnost obilek a obsah dusíkatých látek (eventuálně lepku) v obilkách. Účinnost pozdního přihnojení je závislá na dobrém zdravotním stavu porostu a na příznivých vláhových poměrech. Dávka dusíku je dávkou navíc a mohla by se pohybovat kolem $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Je vhodné ji upřesnit N-testem. Z hnojiv lze doporučit LV, DAV, roztok močoviny s mikroelementy, ředěný DAM-390.

Jak ukazuje obr. 3 čtyři listy pšenice se podílí na fotosyntéze z 57 % a z toho samotný praporcový list 35,5 %. Proto ochrana praporcového listu a klasu je velmi důležitá.

Obr. 3 Podíl jednotlivých částí na celkové fotosyntéze pšenice (FECENKO, LOŽEK, 2000)



Ozimé žito

Žito je plodinou plastičtější jak na půdní, tak povětrnostní podmínky. Je možné ho úspěšně pěstovat ve vyšších polohách i na kyslejších půdách. Žito si velmi dobře osvojuje živiny z půdy. Vyžaduje však půdu lehkou a včasný výsev, aby rostliny mohly dobře využít živiny a na rozdíl od pšenice ozimé dobře odnožit již na podzim, a tak vytvořit potřebné množství biomasy před příchodem zimy.

Pro určení dávky č. ž. vycházíme z tab. 1. Hnojení ozimého žita spolu s vhodnou předplodinou významně ovlivňuje výnos a jeho kvalitu.

K **základnímu hnojení** aplikujeme asi 1/3 dusíku z určené dávky. K hnojení se používá LAV, močovina, DAM-390 a podle pH půdy i síran amonný. Dávku dusíku je vhodné korigovat podle $N_{\min}$ v půdě. Po dobré předplodině a na půdách s vysokým obsahem $N_{\min}$ (na úrovni 40-50 kg N) dusíkem nehnojíme. Pro výnos žita a jeho kvalitu je rozhodující jarní přihnojení dusíkem.

Dávku dusíku pro **regenerační hnojení** musíme dodat včas (ne však na sníh nebo zmrzlou půdu), poněvadž ozimé žito má na jaře velmi rychlý vývoj. Hnojíme LV, LAV, LAD, DAM-390, močovinou aj. Rovněž je vhodné dávku N upravit podle $N_{\min}$ v půdě.

K **produkčnímu hnojení** dusíkem se používají stejná hnojiva jako k regeneračnímu hnojení a dávka se upřesní podle anorganických rozborů rostlin a obsahu $N_{\min}$ v půdě. U porostů s menšími předpoklady k polehnutí se doporučuje použít morforegulatoru. V tomto případě se dávka dusíku zvyšuje o 20-30 kg.ha⁻¹.

Pozdní, kvalitativní přihnojení dusíkem aplikujeme ve fázi 10.1 podle Feekese v dávce kolem 20 kg N.ha⁻¹, avšak jen u zdravých porostů při optimálních vláhových poměrech v půdě.

Pokud použijeme Retacel, porosty nesmí být zkrmovány na zeleno, ani silážovány.

Hnojení P, K, Mg provádíme podle stejných zásad jako u ozimé pšenice.

Tritikale

Specifickými požadavky se blíží ozimému žitu. Na podzim se obvykle dusíkem nehnojí nebo pouze tam, kde je minimální zásoba dusíku ($N_{\min}$) lze doporučit dávku kolem 20-30 kg.ha⁻¹. Střední dávka N pro regenerační přihnojení, pokud není upřesněná podle $N_{\min}$, činí kolem 60 kg.ha⁻¹. Další postup ve výživě je shodný s ozimým žitem.

Ječmen ozimý

Vyžaduje včasný výsev a úspěch jeho pěstování je závislý na dusíkatém hnojení. Předset'ové hnojení dusíkem se prakticky neprovádí s výjimkou půd s velmi nízkým obsahem $N_{\min}$ nebo pokud je tato plodina zařazena do třetí tratě. Na jaře se při regeneračním hnojení dusík aplikuje co nejdříve, protože ozimý ječmen má velmi rychlý vývoj. Regenerační dávku je nutno diferencovat podle stavu porostu, půdních a povětrnostních podmínek a $N_{\min}$ v půdě. Tato dávka dosahuje až 1/2 celkové dávky dusíku. K zahuštění porostu lze použít morforegulator (Retacel) jako u ostatních ozimů. Zbývající část dusíku se použije k produkčnímu hnojení (obvykle 3-4 týdny po regeneračním hnojení). Také tuto dávku doporučujeme korigovat jak podle $N_{\min}$, tak podle anorganických rozborů rostlin.

Pšenice jarní

Pro využití vysoké produkční schopnosti odrůd jarní pšenice je nutné použít prakticky stejných dávek živin jako pro pšenici ozimou. Na produkci 1 t zrna se odčerpá 26 kg N, 5,2 kg P, 19,9 kg K, 2,9 kg Ca, 2,4 kg Mg.

Fosfor a draslík se aplikují při předset'ové přípravě. Dusík zapravíme ze 2/3 před setím a 1/3 ke konci odnožování, zvláště na půdách lehčích (L, HP). Na půdách středních a těžkých lze s ohledem na obsah $N_{\min}$ aplikovat dávku dusíku jednorázově.

Při pěstování pšenice tvrdé (*Triticum durum* Dest.) je vhodné 2/3 dusíku dodat před setím a 1/3 při kvalitativním hnojení.

Ječmen jarní

Jarní ječmen je pěstován ke krmným a sladovnickým účelům. Vyhovují mu strukturní, středně hluboké až hluboké hlinité půdy, s mírně kyselou až neutrální reakcí (pH 6,2-6,7), s dostatkem organických látek a s příznivým vodním režimem.

Ječmen pro sladovnické účely vyžaduje vysokou předplodinovou hodnotu půd, která je daná dobrou zásobou pohotových živin a jejich celkově vyšší úrovni. V poslední době se snižuje výměra typických předplodin pro jarní ječmen (cukrovka, kukuřice, brambory) a proto chceme-li udržet výnosovou úroveň a kvalitu, musíme situaci řešit intenzivnějšími agrotechnickými opatřeními včetně výživy. Nezbytným předpokladem pro úspěšné pěstování sladovnických ječmenů je **dobrá** a vyrovnaná hladina všech přístupných živin v půdě, stanovených podle Mehlicha III.

Ječmen sladovnický má zvýšené nároky na fosfor, draslík, vápník, hořčík (v počátečních vývojových fázích i síru) a proto je třeba hnojením upravit živinný režim půd již na podzim nebo brzy na jaře při předseťové přípravě půdy na zásobu dobrou. Fosfor se podílí na kvalitě zrna, působí příznivě na obsah škrobu, a tím extraktu ve sladu. Draslík zlepšuje kyprost endospermu, má vliv na jemnost pluch, působí na syntézu sacharidů a snižuje obsah N-látek. Významnou živinou u sladovnického ječmene je dusík, který limituje obsah bílkovin v zrna.

Při nedostatku živin se kořen nevětví a roste do hloubky. Dobrá zásoba živin od počátku vegetace stimuluje růst, a tím zároveň rozhoduje o zásobení rostlin živinami. Pro dosažení kvalitního výnosu je důležité zajistit v prvních 15 dnech intenzivnější příjem fosforu nad dusíkem. Po vytvoření třetího listu se zvyšuje tvorba biomasy a ječmen vyžaduje více dusíku než fosforu. Optimální koncentrace N a P stimuluje tvorbu odnoží. Vysoká hladina těchto prvků vede k zahuštění porostu, poléhání, snížení výnosu a jakosti. Vysoký obsah K v půdě na úkor P a N inhibuje tvorbu odnoží a antagonisticky působí na příjem hořčíku. Od vzejití do 25.-30. dne (období prvního kolénka, DC 29) odčerpá ječmen 40–60 % všech živin z celkového množství a přitom vytvoří cca 20 % sušiny. Nadbytek dusíku v době odnožování zvýší tvorbu neproduktivních odnoží. Celkově zvýšený příjem dusíku mají rostliny do prodlužovacího růstu, kdy má ječmen vysokou produkci biomasy. Při výnosu 6 t zrna a 5 t posklizňových zbytků připadá podle Bezděka na 1 den produkce 92 kg biomasy. Tato produkční kapacita je u jarního ječmene 3 x vyšší než u pšenice ozimé. Z těchto biologických procesů vyplývají pro rostliny následující požadavky:

- zajistit jarnímu ječmeni dynamický rozvoj asimilačních orgánů v raných fázích vývoje a ve druhé polovině vegetace, a to především stébel, pochev listů a klasů s cílem zvýšit intenzitu fotosyntézy,
- v období tvorby zrna musí distribuce asimilátů směřovat do klasu a zajistit tak ekonomický výnos.

Korekci výživného stavu sladovnického ječmene provádíme podle anorganického rozboru rostlin s přihlédnutím k obsahu $N_{\min}$ v půdě a k předplodině (zaoraný řepný chrást). Hodnoty koncentrace živin v rostlinách ve fázi 3.-4. listu (DC 21) uvádí tabulka 7.

Tab. 7 **Koncentrace živin v rostlinách sladovnického ječmene podle dosažených výnosů (BEZDĚK 1996)**

Výnos (t.ha ⁻¹)	Růstová fáze (DC)	Koncentrace živin v sušině (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	N-NO ₃ ⁻
4,0-4,5	21	4,2-4,5	0,40-0,45	4,0-4,5	1,2-1,4	0,16-0,18	0,20-0,25
6,0-6,5	21	4,6-4,9	0,60-0,65	3,6-3,9	0,9-1,1	0,19-0,21	0,16-0,19
8,0-8,5	21	5,0-5,9	0,80-0,85	3,2-3,5	0,6-0,8	0,22-0,28	0,10-0,15

Než zahájíme korekční výživářská opatření, rozdělíme si porosty jarního ječmene do skupin:

- optimálně organizované porosty s vyrovnaným růstem jednotlivých rostlin a tvorbou odnoží (předpoklady pro sladovnické využití zrna),
- optimálně organizované porosty s nevyrovnaným růstem rostlin a tvorbou odnoží (podle povětrnostních podmínek se ječmen může uplatnit jen pro příležitostný nákup zrna k sladovnickému využití),

- porosty s hluboko uloženými obilkami při seti, rostliny se opoždějí v růstu a vývoji, mají nízkou tvorbu biomasy, protože porosty jsou řídké, málo odnožené, protáhlého růstu (výnos by byl nízký, nekvalitní zrna, vysoký propad na sítích),
- porosty s rostlinami poškozenými nízkými teplotami na počátku růstu a vývoje (poškozené bývají nejmladší listy). Po operativním přihnojení obvykle dochází k výnosovému poklesu, ale jakost zrna bývá vyhovující,
- porosty na pozemcích zamazaných při seti do nevyzrálé půdy. Rostliny žloutnou, opoždějí se ve vývoji. Obvykle vyžadují vyšší dusíkatou korekci, a proto nesplňují požadavky sladoven,
- porosty ječmene založené na nevhodném stanovišti, nebo nedodržení technologických zásad pro sladovnický ječmen. Porost bude veden jen na výnos zrna bez ohledu na jakost.

Pro přihnojení dusíkem je významným kritériem korekce výživy sladovnického ječmene podle obsahu $N_{\min}$ v půdě ve vrstvě 0-0,3 m. Porosty časně seté nepřihnojujeme dusíkem při obsahu nad 1 mg $N-NH_4^+$ na 1 kg zeminy. Po méně vhodných předplodinách nehnojíme porosty brzy seté při obsahu $N_{\min}$ v půdě nad 50 kg.ha⁻¹ nebo více než 2 mg $N-NH_4^+$ na 1 kg zeminy. Nepřihnojujeme také dusíkem při poměru $N-NO_3^-:N-NH_4^+$ větším než 10 (POKORNÝ 1997). Cílem těchto korekcí je dosáhnout s ohledem na dané povětrnostní podmínky maximálního využití živin pro tvorbu výnosu při náležité kvalitě sladovnického ječmene.

Při hnojení dusíkem je třeba sledovat i vývin porostů. U sladovnických ječmenů, kde do konce dubna rostliny nemají 3 listy, se doporučuje přihnojit dusíkem v dávce do 30 kg.ha⁻¹. V tomto případě je rozhodující obsah $N_{\min}$ v půdě. Pokud je pod 30 kg.ha⁻¹, přihnojíme dávkou 30 kg N a je-li nad 50 kg.ha⁻¹, nehnojíme.

Po splnění těchto podmínek je předpoklad, že tvorba vysokých výnosů probíhá za klesající spotřeby živin na jednotku výnosu, jak ukazuje tabulka 8.

Tab. 8 Výnosy a odběry živin u slad. ječmene kultivaru Rubín po předplodině cukrovce (BEZDĚK 1996)

Výnosy (t.ha ⁻¹)		Odběr (fáze DC)	Celkový odběr (kg.ha ⁻¹)					Spotřeba (kg.t ⁻¹) výnosu zrna				
zrna	sláma		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
4,43	5,31	92	143,1	26,5	157,2	34,7	13,2	32,30	5,98	35,48	7,83	2,9
6,90	7,24	92	161,2	28,1	166,4	46,8	14,1	23,36	4,07	24,11	6,78	2,0
10,30	8,75	92	184,8	27,7	216,9	55,3	13,3	17,94	2,68	21,06	5,38	1,2

Výnosy (%)		Odběr (fáze DC)	Celkový odběr (%)					Spotřeba (%) výnosu zrna				
zrna	sláma		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
156	106	92	113	106	106	135	107	72	68	68	86	68
232	165	92	129	105	138	159	101	56	45	59	69	43

Z tabulky 8 lze odvodit, že čím je pěstování sladovnického ječmene extenzivnější, tím je spotřeba živin na 1 t zrna vyšší, a tím je jeho výroba dražší. Spotřeba dusíku na 1 t zrna při nárůstu výnosu ze 4,43 t.ha⁻¹ na 10,3 t.ha⁻¹ klesá ze 32,3 kg N na 17,9 kg N, což představuje 56 % spotřeby N. Obdobné tendence jsou i u ostatních živin.

V produkčních oblastech řepařského výrobního typu je tradiční předplodinou sladovnického ječmene cukrovka, která příznivě ovlivňuje nejen výnos zrna, ale i jeho kvalitu. S nástupem nových technologií sklizně této plodiny, se stále rostoucím počtem zemědělských podniků orientovaných na tržní rostlinnou produkci s omezeným či zcela absentujícím chovem skotu, dochází běžně k zaorávání cukrovkového chrástu. Jelikož s útlumem chovu dobytka se snižuje produkce chlévského hnoje, plní v daném případě zaoraný chrást roli přímého organického hnojení. To ale na druhé straně nezůstává bez negativního vlivu na sladovnickou kvalitu jarního ječmene. V průměru lze počítat, že zapravením chrástu se do půdy dostane 7 tun sušiny organické hmoty s 220 kg N, 22 kg P, 295 kg K, 45 kg Ca a 34 kg Mg. Jelikož obsah N látek je v zrna sladovnického ječmene limitován 10,5–11,0 % a do značné

míry souvisí nejen s hnojením minerálními hnojivy, ale i s přeměnami N z organických látek v půdě, je nerovnoměrná homogenizace rozvrstvení na pozemku při zaorávání řepného chrástu, který představuje lehce mineralizovatelnou organickou hmotu, příčinou nekontrolovaného uvolňování N během vegetace.

V polních pokusech se prokázalo, že tam, kde byl zaorán chrást časně (říjen) měly rostliny více pohotového N minerálního než u pozdně zapraveného chrástu (listopad). V tabulce 9 jsou uvedeny hodnoty N minerálního po přepočtu na $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tab. 9

Měsíc	Časně zapravený chrást	Pozdně zapravený chrást	Bez zapraveného chrástu
březen	140	104	116
duben	136	121	109

U pozdně zaoraného chrástu se mineralizuje dusík až na jaře a to může vést ke žloutnutí porostu. Proto vzniká zvláště při chladném a suchém jaru potřeba přihnojit tyto porosty asi 15 kg N na ha. Je zde však větší riziko, že pozdější mineralizace chrástu zvýší obsah N-látek v zrně.

Obsah dalších živin se zvyšuje pozvolna. Čtyřleté pokusy prokázaly také zvýšení obsahu přístupného fosforu po zaorávce chrástu v průměru o $4\text{--}6 \text{ mg}$ fosforu a $20\text{--}25 \text{ mg}$ draslíku na kg zeminy a rok. Uvedené změny lze přičíst na vrub zvýšené biologické aktivity půdy po zapravení chrástu.

Zaoraný řepný chrást rovněž způsobuje výrazné změny v půdních vlastnostech, a to nejen agrochemických, ale i fyzikálních. Na úrovni těchto změn se podílí především vliv povětrnosti v daném ročníku. K nejvýznamnějším změnám dochází ve vodním režimu, kdy se zvláště v suchých letech zhoršuje vodní deficit. Ovlivňovány jsou ale i další půdní charakteristiky, jako je objemová hmotnost redukováná, maximální kapilární kapacita, zásoba nitrátového a amonného N. Tyto změny půdních vlastností ztěžují i zpracování půdy, což pak ovlivňuje výnosové a kvalitativní parametry jarního ječmene.

V polních pokusech s jarním ječmenem byl sledován vliv zaorávky chrástu na výnos zrna a jeho sladovnickou kvalitu. S výjimkou ročníků se silným polehnutím porostů, zaoraný chrást průkazně zvyšoval celkový výnos zrna, avšak podíl předního zrna se naopak snižoval. Uplatňovaná technologie hospodaření s chrástem významně ovlivňuje obsah N látek v zrně. V průměru sledovaných let (1997-2000) se při jeho zaorávce zvyšoval o $0,3 \%$.

Dynamika uvolňování i celkové množství mineralizovaného N je vedle průběhu počasí v daném ročníku ovlivňováno hloubkou, ale především termínem orby, včetně následné kultivace půdy. Na základě polních pokusů provedených v letech 1997–2000 a poznatků při zaorávce chrástu je možno uvést následující závěry a doporučení pro jarní ječmen:

- před zaoráním je vhodné řepný chrást rovnoměrně rozprostřít po pozemku a nechat zavadnout;
- s ohledem na množství uvolněného přístupného dusíku se na dobrých řepářských půdách v řepářské oblasti nedoporučuje hnojení minerálním dusíkem před setím. Avšak vzhledem k tomu že o celkovém množství přístupného N spolurozhoduje teplotní a vláhový režim v půdě v mezidobí od zaorávky do termínu setí (nástup a trvání mrazu), je třeba pro případné stanovení základní předsetíové dávky minerálního dusíku vycházet vždy z obsahu minerálního N v půdě před setím. Z výsledků analýzy rostlin ve fázi 3.-4. plně rozvinutého listu (DC 15), usuzujeme na potřebu dohnojení (při začínajícím žloutnutí porostu, při nízké hmotnosti rostliny, nevyrovnaný porost), zejména v případě, že nebyl použit minerální N před setím – je vhodné aplikovat $10\text{--}15 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$;
- široký poměr C:P v chrástu (100-150:1) vyžaduje, zvláště na půdách s nízkou zásobou P, přihnojení fosforem (před orbou na chrást). Při zjištění nízké zásoby $N_{\min}$ v předjaří, je možno aplikovat před setím kombinované NP hnojivo (Amofos 12% N, 52% P_2O_5);
- velké množství draslíku v chrástu vede k jeho zvýšenému příjmu rostlinami. Proto pro vyrovnaný příjem ostatních živin a relativní snížení koncentrace K v rostlinách, je třeba zvýšit koncentraci P a Mg aplikací listových hnojiv ve fázi DC 25–30;

- zaoráním chrástu dochází na kyselejších půdách ke zvyšování jejich kyselosti, proto při větším poklesu pH v rámci osevního postupu, je třeba pamatovat na pravidelné vápnění půdy.

Od pěstování sladovnického ječmene bychom měli ustoupit na půdách s vyšším až vysokým obsahem $N_{\min}$ a na půdách méně úrodných. V takových podmínkách má své opodstatnění krmný ječmen, pro který se doporučuje hnojit jednorázově dusíkem pokud dávka nepřekročí $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vyšší dávky, zvláště na lehčích půdách v bramborářské oblasti, dělíme. Druhou dávku aplikujeme do období plného odnožování (vhodné použití Retacelu) a pro určení její výše využíváme diagnostické metody (rozborů rostlin).

Oves

Vyznačuje se větší plastičností vůči půdním i povětrnostním faktorům. Půdy má raději střední až těžší, půdní kyselost snáší velmi dobře (pH 4,7-7,3). Oves má dobře vyvinutý kořenový systém a výrazně lepší osvojovací schopnost na živiny a vláhu než ječmen. Na 1 t zrna odčerpá 26 kg N, 6,1 kg P, 24,1 kg K, 2,9 kg Ca a 2,4 kg Mg.

Při hnojení ovsa dávku dusíku obvykle dělíme na 2 krát, a to při předset'ové přípravě (podle $N_{\min}$) se aplikuje $50\text{--}80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ve formě síranu amonného, močoviny, DAM-390, LAV. Druhou dávku aplikujeme na počátku sloupkování (podle chemických rozborů rostlin). Tato dávka příznivě působí na výnos (zvyšuje počet a hmotnost zrn v latě). Při nižší koncentraci Mg v rostlinách je vhodné použít MgN sol, hořkou sůl v kombinaci s DAM-390 nebo NP roztoky.

Pohanka

Je plodina chudých půd a snáší i kyselé půdy (pH 5,0-6,8). Vzhledem k tomu, že má velmi krátkou vegetační dobu (10-12 týdnů) a dobrou osvojovací schopnost na živiny, aplikujeme je před setím, případně fosforečná a draselná hnojiva již k předplodině. Pohanka nesnáší karbonátové půdy a přímé hnojení hnojivy, obsahujícími chlór. Na 1 t zrna je třeba dodat 34 kg N, 7 kg P, 33,2 kg K a 2,1 kg Mg.

Proso

Proso dáváme mezi plodiny, vyžadující půdu ve staré síle. Z tohoto důvodu ji řadíme do druhé tratě. Má krátkou vegetační dobu (v průměru 120 dní) a proto je vhodná pro pěstování jako druhá doplňková plodina. Na 1 t zrna odčerpá 30 kg N, 6,1 kg P, 35 kg K a 2,0 kg Mg. Fosforečnými, draselnými a hořečnatými hnojivy hnojíme k předplodině a dusíkem při předset'ové přípravě (DAM-390, LAV, LAD, SA).

Příspěvek vznikl v rámci VZ AF MZLU v Brně č. MSM 432100001.

Adresa autorů:

Prof. Ing. Rostislav Richter, DrSc.; Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Ústav agrochemie a výživy rostlin MZLU v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

tel.: 05/45133104, 05/45133102; e-mail: rich@mendelu.cz, ryant@mendelu.cz