



Plány hnojení

Mendelova
univerzita
v Brně



Dokument byl vytvořen: 18. 07. 2022 08:42:17
Zdroj: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/

Plány hnojení

Obsah

Úvod

Cíle

Co je plán hnojení?

Význam plánu hnojení

Zadání plánu hnojení pro modelové příklady

Základní části plánu hnojení

Výchozí údaje pro tvorbu plánu hnojení

Osevní postupy

Příklady

Plán vápnění

Zásady použití vápenatých hnojiv

Příklady

Bilance organických látek

Příklady

Plán hnojení organickými hnojivy

Zásady použití organických hnojiv

Příklady

Odpočty živin z organických hnojiv

Příklady

Hnojení minerálními hnojivy

Plán hnojení dusíkem

Zásady použití dusíkatých hnojiv

Příklady

Plán hnojení fosforem

Zásady použití fosforečných hnojiv

Příklady

Plán hnojení draslíkem

Zásady použití draselných hnojiv

Příklady

Plán hnojení hořčíkem

Zásady použití hořečnatých hnojiv

Příklady

Zásady míchání minerálních hnojiv

Přepočty mezi různými formami živin

Používané pojmy

AZZP

dobytčí jednotka (DJ)

eutrofizace vod

fyziologicky kyselá hnojiva

hlavní plodina

hnojivo
hnojůvka
hon
humus
chlévká mrva
chlévký hnůj
imobilizace
kejda
koloidní micela
kompost
krycí plodina
leguminózy
meziplodina
mineralizace
minerální hnojivo
močůvka
následná plodina
organické hnojivo
osevní postup
osevní sled
plánovaný (očekávaný) výnos
plodina
podsev
předplodina
přijatelné (přístupné) živiny
půdní druh
půdní edafon
půdní sorpční komplex
půdní únava
půdní úrodnost
rizikové prvky
sláma obilnin
struktura půdy
udržovací hnojení
zásobní hnojení
zelené hnojení

Závěr

Seznam modelových příkladů

Použité informační zdroje

Plány hnojení

Ing. Eva Doleželová, Ph.D.

Pro mnoho lidí je snadno viditelným a jednoznačným výsledkem práce každého pěstitele **dostatečně vysoký výnos kvalitního produktu**. Právě proto, že považují tento fakt za zřejmý, nezamýšlí se nad tím, zda je to opravdu jediný výsledek úsilí pěstitelů, a pak některým z nich uniká ten méně zjevný, ale o to důležitější: **každoroční péče o půdu**, která poskytuje vhodné prostředí pro život půdních organismů i pro kořeny rostlin.

Strukturní půda bohatá na půdní edafon a kvalitní organické látky, schopná poskytnout rostlinám ve správný čas dostatek živin a vláhy a tlumit dopad negativní vnějších vlivů, není jen vedlejším produktem, ale cílem práce rozumných a zodpovědných pěstitelů.



Jedním z opatření, která zvyšují půdní úrodnost, je **správné**, tedy co do množství organických i minerálních látek **dostatečné**, co do poměrů mezi živinami **harmonické**, co do termínů **včasné** a co do techniky aplikace a vlivu na životní prostředí **šetrné hnojení**. Plány hnojení, v nichž podrobně promyšlíme co, čím, jak, proč a kdy budeme hnojit, jsou tedy cestou nejen k dosažení dobré úrody a kvalitní sklizně, a v důsledku k rentabilitě výroby, ale také ke zdravé, úrodné půdě a příznivému stavu životního prostředí.

Klíčová slova: plán hnojení, bilance živin, organická hnojiva, minerální hnojiva, potřeba vápnění, osevní postup, základní normativ, výsledný normativ

Cíle

Tato prezentace si klade za cíl projít jednotlivé kroky řešení plánu hnojení v širších souvislostech, popsat postupy výpočtu jednotlivých položek, vysvětlit jejich význam a shromáždit potřebné podklady pro tvorbu plánu hnojení. Na jejich základě by studenti měli být schopni vypracovat plán hnojení podle konkrétního zadání.

Co je plán hnojení?

Plán hnojení je návod na účelnou aplikaci živin, která umožní optimálně využít výrobně ekologické podmínky i biologický potenciál rostlin a dosáhnout očekávaného výnosu kvalitního produktu a zároveň pečuje o udržení a zvyšování půdní úrodnosti a předchází znečištění všech složek životního prostředí, ke kterému dochází při nesprávném dávkování a technice aplikace hnojiv.

Význam plánu hnojení

Rostliny potřebují ke svému růstu a vývoji dostatečné množství živin v harmonickém vzájemném poměru. Většinu z nich obvykle získávají pomocí kořenů z půdního roztoku. Pokud od rostlin



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

očekáváme určitý výnos (a samozřejmě dobrou kvalitu produktu), měli bychom mít jistotu, že budou mít během vegetace k dispozici dostatek živin ve formě, kterou dokážou přijmout. Plán hnojení slouží k výpočtu bilance mezi nároky rostlin na jednotlivé živiny a množstvím živin, které rostliny přijímají z různých zdrojů, a k výpočtu dávek organických a minerálních hnojiv, která musíme rostlinám poskytnout, abychom dosáhli vyrovnané bilance živin a zaručili udržení nebo zvýšení půdní úrodnosti.

Zadání plánu hnojení pro modelové příklady

V následujících kapitolách je uvedena řada modelových příkladů, ve kterých si ukážeme postup při výpočtech jednotlivých částí a položek plánu hnojení. Budeme v nich vycházet z následujícího zadání:

hon č.	výměra (ha)	plodina (odrůda)	plánovaný výnos (t.ha ⁻¹)	půdní druh	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)			naposledy organicky hnojeno	naposledy vápněno
						P	K	Mg		
1	10	jetel/hrách	45/4	L	5,6	116	178	142		
2	10	pšenice ozimá	5	L	6,0	72	106	96		
3	10	brambory **	22	S	6,0	45	100	120		
4	10	ječmen jarní (s podsevem)	4,5	S	6,6	120	324	165		

Podnik hospodaří v bramborovém výrobním typu, subtypu ječném či pšeničném. V některých příkladech uvažujeme, že se podnik specializuje na rostlinnou produkci, pak je v osevním postupu zařazen hrách a ječmen se pěstuje bez podsevu, v jiných příkladech uvažujeme o podniku se živočišnou výrobou se zatížením **0,5 DJ.ha⁻¹**, pak je v osevním postupu zařazen jetel pěstovaný jako podsev v ječmeni jarním.

Základní části plánu hnojení

Existuje několik různých přístupů k tvorbě plánů hnojení, které se liší detailností vypracování bilance vstupů a výstupů živin v systému půda - rostliny. Pokud do bilance započteme všechny možné myslitelné vlivy, bude plán hnojení vypracovaný na jejím základě velmi podrobný, ale zároveň náročný, v praxi nepoužitelný. Proto se v různých přístupech některé méně významné položky bilance nezohledňují, čímž se celý plán hnojení zjednodušuje a stává se použitelnější pro běžnou zemědělskou praxi.

Plán hnojení by měl zahrnovat tyto položky:

- plán vápnění
- bilanci organických látek
- odpočty účinných živin z aplikovaných organických hnojiv
- bilanci hlavních živin

- bilanci N
- bilanci P
- bilanci K
- bilanci Mg
- plán hnojení minerálními hnojivy doplňujícími hlavní makroprvky
- souhrnný seznam všech hnojiv, která budou použita, včetně plánu nákupu

Při řešení plánu hnojení můžeme využít tyto tabulky.

Výchozí údaje pro tvorbu plánu hnojení

Pro tvorbu plánu hnojení je třeba znát základní údaje o půdě a plodinách, které na ní chceme pěstovat.

Před samotným řešením plánu hnojení je třeba shromáždit údaje o:

- klimatických a výrobních podmínkách (nadmořská výška, roční úhrn srážek, průměrná roční teplota, výrobní typ a subtyp)
- jednotlivých honech (výměra, svažitost, základní pedologická a agrochemická charakteristika - půdní druh a typ, půdní reakce, obsah humusu, obsah uhličitánů, obsah přístupných živin dle AZZP, omezující opatření, např. pásma hygienické ochrany vodních zdrojů)
- produkci organických hnojiv, resp. o stavech jednotlivých druhů a kategorií hospodářských zvířat
- zásobě minerálních hnojiv

Půdně-klimatické a výrobní podmínky do značné míry určují volbu pěstovaných plodin a jejich zařazení do osevních postupů, jejichž pochopení je pro plány hnojení důležité.

Osevní postupy

Osevní postup je plánovité střídání plodin pěstovaných na orné půdě, kterým se plně využívá i zvyšuje půdní úrodnost. Plodiny se jednotlivé hony zařazují tak, aby dobře využívaly podmínky zanechané předplodinou a vytvářely vhodné podmínky pro následnou plodinu. Střídání plodin v osevním postupu eliminuje jednostranné vyčerpání půdy a její únavu způsobenou hromaděním inhibičních látek v půdě.

V osevním postupu vždy střídáme plodiny zlepšující půdní vlastnosti s plodinami zhoršujícími. Každá plodina může být v nějakém ohledu zlepšující, v jiném zhoršující.

Z hlediska výživy je důležité zejména střídání plodin náročných na přísun organické hmoty s těmi, které jsou na přímé hnojení organickými hnojivy citlivé, a plodin s různými nároky na množství přijatelných živin. Zařazení plodin náročných na přísun organické hmoty do půdy ve svém důsledku doplňuje do půdy organické látky a tím udržuje nebo zlepšuje všechny vlastnosti půdy, které s obsahem organických látek v půdě souvisí (činnost edafonu, tvorba vlastního humusu, mohutnost půdního sorpčního komplexu a jeho funkce, struktura půdy, její vodní a vzdušný režim, živinný režim půdy,...).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dále je vhodné střídat plodiny s různými nároky na množství vody v půdě, plodiny s různou mohutností kořenového systému, plodiny s různou mohutností nadzemí části, plodiny s různými nároky na kultivaci půdy během vegetace. Širokolisté plodiny chrání strukturu půdy zejména na povrchu, brání erozi, chrání půdu před neproduktivním výparem a konkurují plevelům. Hluboce kořenicí plodiny rozrušují půdu do hloubky a odumřelou hmotou kořenů doplňují organické látky v celém půdním profilu, čímž udržují půdu v dobrém strukturním stavu. Zařazení plodin, které vyžadují kultivaci půdy během vegetace, napomáhá redukovat výskyt plevelů. Střídání plodin z různých čeledí brání přemnožení škůdců a omezuje výskyt chorob.

Podle nároků na přísun organických hnojiv a na množství přístupných živin v půdě se plodiny dělí do 3 tratí.

- Do 1. trati řadíme **plodiny náročné na přísun organických hnojiv**, tedy okopaniny (cukrovka, brambory, kukuřice na zrno), olejnin (řepka, slunečnice), ze zelenin pak košťáloviny (zelí, kapusta, květák, brokolice), plodové zeleniny (rajčata, papriky, okurky, dýně, cukety, patizony), celer, pór.
- Do 2. trati řadíme **plodiny vyžadující dostatek přístupných živin**, ale nesnášející přímé hnojení organickými hnojivy. V osevním postupu je řadíme hned po plodinách hnojených organicky. Patří mezi ně pšenice, ječmen, mák, ze zelenin pak kořenové zeleniny (mrkev, petržel, pastinák), cibulové zeleniny (cibule, česnek), listové zeleniny, v humózních půdách rajčata a rané košťáloviny.
- Plodiny 3. trati označujeme jako **doběrné**, jsou to plodiny s nejnižšími nároky na živiny, pěstované s delším časovým odstupem od plodin hnojených organicky. Řadíme mezi ně žito, oves, jeteloviny, luskoviny, směsky, ze zelenin luskoviny (hrách, fazol), špenát, v humózních půdách cibuli.

Zeleninu je možno začlenit do:

- polních osevních postupů (v rámci 10 - 12tihonného osevního postupu jsou 1 - 2 hony věnovány zelenině)
- pícninářsko-zelinářských postupů (podíl honů se zeleninou v rámci 6 - 8mihonného osevního postupu záleží na specializaci farmy)
- specializovaných zelinářských postupů (zpravidla 4 - 5tihonný osevní postup, v němž se střídají zeleniny v následujícím pořadí: košťáloviny, kořenová zelenina, plodová zelenina, cibuloviny, luskoviny)

Příklady

Příklad 1 Rotace plodin v osevním postupu

Pro ilustrační příklady zvolíme jednoduchý čtyřhonný osevní postup:

1. jetel (jako zdroj zelené píče v podniku se živočišnou výrobou) nebo hrách na lusk (v podniku bez živočišné výroby)
2. pšenice ozimá
3. brambory
4. ječmen jarní, v případě podniku se živočišnou výrobou s *podsevem* jetele



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Všechny plodiny pěstujeme na zhruba stejně velkých *honech*. Kdybychom pěstovali každou plodinu v průběhu let stále na stejném honu, došlo by brzy k jednostrannému vyčerpání půdy, u mnoha plodin k nadměrnému zaplevelování a u všech k šíření chorob a škůdců. Rotace plodin v osevním postupu těmito negativním vlivům víceletých monokultur předchází. Ve čtyřhonném osevním postupu se tedy během 4 let na každém honu vystřídají všechny plodiny ve výše uvedeném pořadí. Systém střídání plodin v čase a prostoru naznačuje tato tabulka:

hon č.	rok								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel
2	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá
3	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **
4	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní

Z této tabulky také snadno vyčteme, kdy byl který hon naposledy hnojen organickými hnojivy a vápněm.

Příklad 2 Stanovení roku poslední aplikace organických hnojiv a posledního vápnění na daném honu

V našem osevním postupu jsou plodinou, ke které se hnojí organicky, brambory. Rok, v němž se pěstovaly na určitém honu, budeme brát za rok, kdy byla na daném honu naposledy aplikována organická hnojiva. (I když je přesněji řečeno rokem, **pro** který byla organická hnojiva na daném honu naposledy aplikována, protože technicky vzato se organickými hnojivy obvykle hnojí na podzim předcházející pěstování plodiny vyžadující organické hnojení, tedy kalendářně o rok dříve).

hon č.	rok								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel
2	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá
3	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **
4	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní

V plánu hnojení na rok 2016 tedy uvedeme, že hon č. 1 byl naposledy organicky hnojen v roce 2014, hon č. 2 v roce 2013, hon č. 3 v roce 2012 a hon č. 4 v roce 2015. (V tomto příkladu zatím

nepočítáme s produkcí meziplochin na zelené hnojení. Tu zvážíme později na základě bilance organických látek a případně podle ní tyto údaje upravíme - viz příklad 8.)

Obdobně stanovíme rok, kdy (přesněji řečeno **pro** který) bylo na daném honu naposledy vápněno, jako rok, kdy byla na daném honu pěstována ozimá pšenice (důvody výběru této plodiny pro vápnění viz příklad 3.).

hon č.	rok								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel
2	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá
3	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **
4	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní	jetel	pšenice ozimá	brambory **	ječmen jarní

Oboje údaje doplníme do tabulky uvádějící výchozí údaje pro tvorbu plánu hnojení:

hon č.	výměra (ha)	plodina (odrůda)	plánovaný výnos (t.ha ⁻¹)	půdní druh	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)			naposledy organicky hnojeno	naposledy vápněno
						P	K	Mg		
1	10	jetel/hrách	45/4	L	5,6	116	178	142	2014	2013
2	10	pšenice ozimá	5	L	6,0	72	106	96	2013	2012
3	10	brambory **	22	S	6,0	45	100	120	2012	2015
4	10	ječmen jarní s podsevem	4,5	S	6,6	120	324	165	2015	2014

Plán vápnění

Vápnění půd

- slouží k udržení **optimální hodnoty pH půdy**, která je předpokladem pro přítomnost žádoucích půdních bakterií a procesy, které zajišťují (*mineralizace* organické hmoty, tvorba kvalitního *humusu*, přeměny forem dusíku)
- umožňuje **efektivní využití živin** z půdní zásoby i aplikovaných hnojiv
- podílí se na **imobilizaci rizikových prvků**.

Samotný vápník pak přispívá k tvorbě **drobtovité struktury půdy**, která zabezpečuje optimální poměr kapilárních a nekapilárních pórů a v důsledku lepší podmínky pro růst kořenů rostlin.

Potřeba vápnění představuje dávku CaO ($t \cdot ha^{-1}$), která umožní udržet výměnné pH půdy na optimální hodnotě. Tato dávka zahrnuje:

- dávku pro úpravu pH (na půdách, kde je hodnota výměnného pH nižší než optimální)
- dávku pro úhradu ztrát vápníku. V našich podmínkách dochází **každoročně** ke ztrátám vápníku ve výši asi **0,2 - 0,3 t CaO.ha⁻¹**. Část těchto ztrát činí odběr rostlinami, část vápníku se promývá, část neutralizuje okyselující působení *fyziologicky kyselých hnojiv*.

půda	orná půda		trvalé travní porosty	
	optimální hodnota pH	žádoucí rozmezí pH	optimální hodnota pH	žádoucí rozmezí pH
písčítá	5,5	5,3 - 5,7	5,0	4,5 - 5,2
hlinitopísčítá	6,0	5,8 - 6,2	5,0	4,5 - 5,2
písčitohlinitá	6,5	6,3 - 6,7	5,2	4,8 - 5,5
hlinitá až jílná	7,0	6,5 - 7,5	5,5	5,3 - 6,0

Při stanovení potřeby vápnění vycházíme z *půdního druhu* a hodnoty výměnného pH na daném pozemku.

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹
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

Vápnění každého honu se provádí periodicky přibližně 2x za osevni postup (podle délky osevniho postupu). Přednostně se vápní pozemky, jejichž hodnota pH se nejvíce vzdaluje od optimální, a pozemky, na kterých budou bezprostředně následovat **plodiny vyžadující přímé vápnění** (vojtěška, cukrovka, řepka, hořčice, zelí, sója, kukuřice, ječmen, pšenice, jetel, bob, hrách, krnná kapusta, ze zelenin dobře snášejí přímé vápnění košťaloviny, luskoviny, cibule a mrkev). **Nevápníme pro** brambory, slunečnici, žito, oves, len, lupinu, ze zelenin okurkám, rajčatům a celeru. U těchto plodin se vápní k předplodině.

Zásady použití vápenatých hnojiv

Nejvhodnější dobou pro vápnění je **pozdní léto a podzim**, hnojiva se zapravují do půdy podmítkou nebo hlubokou orbou, aby došlo k jejich dobrému **promísení s půdou**. Protože u plodin z podsevu (jetel, vojtěška) nelze provést zapravení hnojiva do půdy, vápníme k jejich krycím plodinám.

Vyhýbáme se vápnění pro plodiny hnojené stájovými organickými hnojivy. Pokud nelze tuto zásadu ctít, je potřeba dodržet mezi aplikací vápenatých a organických hnojiv dostatečný **časový odstup (nejméně 2 týdny)**.

Louky a pastviny se vápní na podzim po poslední seči nebo spasení.

Při výběru hnojiva zohledňujeme půdní druh: **na lehkých půdách** aplikujeme hnojiva **s uhličitánovou formou**, **na těžších půdách** lze použít i hnojiva **s oxidovou a hydroxidovou formou**. Celková dávka vápenatých hnojiv by neměla překročit

- 2 t CaO.ha⁻¹ při aplikaci na půdy těžké,
- 1,5 t CaO.ha⁻¹ při aplikaci na půdy střední
- 1 t CaO.ha⁻¹ při aplikaci na půdy lehké.

Pokud vypočtená dávka CaO tyto limity překračuje, je třeba ji rozdělit, část aplikovat v běžném roce vápnění, druhou pak mimořádně mezi dvěma běžnými lety vápnění.

Vápnění nevyžadují pouze půdy s vyšším obsahem uhličitánů (nad 0,3 %).

Příklady

Příklad 3 Plán vápnění

Potřeba vápnění představuje množství CaO (t.ha⁻¹), které je nutné pro upravení hodnoty pH půdy na optimální a její následné trvalé udržení. Při stanovení potřeby vápnění pro úpravu hodnoty výměnného pH půdy vycházíme z výsledků rozboru půdy (získaného v rámci AZZP nebo na vlastní náklady) a z tabulkových hodnot.

hon č.	výměra (ha)	plodina (odrůda)	plánovaný výnos (t.ha ⁻¹)	půdní druh	pH/CaCl ₂	obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)			naposledy organicky hnojeno	naposledy vápněno
						P	K	Mg		
1	10	hrách	4	L	5,6	116	178	142	2014	2013
2	10	pšenice ozimá	5	L	6,0	72	106	96	2013	2012
3	10	brambory **	22	S	6,0	45	100	120	2012	2015
4	10	ječmen jarní	4,5	S	6,6	120	324	165	2015	2014

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹
5,6 - 5,7	0,30	5,6 - 6,0	0,40	5,6 - 6,0	0,50

Z plodin zařazených v osevním postupu pro podnik se živočišnou výrobou snášejí přímé vápnění jetel, pšenice a ječmen. Vzhledem k tomu, že jetel je pěstován z podsevu, aplikace vápenatých hnojiv k němu není možná (připadá v úvahu jen aplikace k předplodině, tedy ječmenu). V tomto osevním postupu lze tedy vápnit pro pšenici nebo ječmen. Vzhledem k tomu, že na honech s oběma plodinami je hodnota pH dostatečně vysoká, aplikujeme pouze dávku odpovídající úhradě ztrát vápníku.

Ztráty zahrnují množství **vápníku vyplaveného** z dosahu kořenů rostlin, **přijatého rostlinami** a odvezeného z pole a množství vápníku, které se spotřebovalo **na vyrovnání účinků fyziologicky kyselých hnojiv**. Protože se v praxi vápní jen jednou nebo dvakrát v průběhu osevního postupu, je třeba počítat na daném honu s potřebou vápnění, která uhradí ztráty, k nimž dochází po celou dobu mezi dvěma cykly vápnění. V případě čtyřhonného osevního postupu se každý hon vyvápní jednou za 4 roky (kdy se otočí celý osevní postup). **Potřeba vápnění pro nahrazení ztrát vápníku** tak činí $0,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 4 = 1 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Kompletní výpočet potřeby vápnění i s vápněním na úpravu pH si ukážeme na osevním postupu z podniku bez živočišné výroby. Z plodin zařazených v tomto osevním postupu snášejí přímé vápnění hrách, pšenice a ječmen. Nejdále od optima je hodnota pH na honu č. 1. Proto zvolíme přednostně vápnění pro hrách.

Při hodnotě pH 5,6 na lehké půdě je **potřeba vápnění na optimalizaci pH** $0,3 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Skutečné vápnění je pak součtem potřeby vápnění na úpravu hodnoty pH a potřeby vápnění na úhradu ztrát vápníku. Celková potřeba vápnění je tedy v našem případě $0,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} + 1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} = 1,3 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$. Protože tato dávka **překračuje maximální dávku** CaO, kterou můžeme aplikovat na lehkých půdách, **je třeba ji rozdělit** a aplikovat na daném pozemku částečně k hrachu, částečně pak za rok při přípravě půdy pro pšenici.

Při celkové potřebě vápnění $1,3 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$ na lehkou půdu bude vhodné aplikovat pro hrách maximální možnou dávku $1 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$, pro pšenici pak $0,3 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Pro lehké půdy je vhodné použití mletého vápence či dolomitického vápence. Vzhledem k tomu, že na honu, kde bude pěstován hrách, je dobrý obsah Mg, byl zvolen mletý vápenec s obsahem 50,4 % CaO.

Údaj o procentickém obsahu živiny v hnojivu lze zpracovat různými úvahami.

Postup 1: Procento je setina celku. Pokud bychom měli celek (mletý vápenec) o hmotnosti 100 kg, pak 1 % z něj představuje 1 kg. Podíl CaO, který činí 50,4 %, pak představuje 50,4 kg ze 100 kg hnojiva. Pro vápnění k hrachu je třeba dodat 1 t (tedy 1000 kg) CaO.

100 kg MV.ha ⁻¹	50,4 kg CaO
x kg MV.ha ⁻¹	1000 kg CaO

$$x : 100 = 1000 : 50,4$$

$$x = 1984 \text{ kg MV} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Pro hrách musíme aplikovat 1,98 t mletého vápence na hektar.

Postup 2: Dávka CaO, kterou musíme aplikovat, představuje 50,4 % dávky mletého vápence.

1000 kg CaO.ha ⁻¹	50,4 %
------------------------------------	--------

$x \text{ kg MV} \cdot \text{ha}^{-1} \dots\dots\dots 100 \%$

$$x : 1000 = 100 : 50,4$$

$$x = 1984 \text{ kg MV} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Pro hrách musíme aplikovat 1,98 t mletého vápence na hektar.

Podobně vypočteme dávku mletého vápence pro příští rok, kdy bude na tomto honu pěstována pšenice:

$300 \text{ kg CaO} \cdot \text{ha}^{-1} \dots\dots\dots 50,4 \%$

$x \text{ kg MV} \cdot \text{ha}^{-1} \dots\dots\dots 100 \%$

$$x : 300 = 100 : 50,4$$

$$x = 595 \text{ kg MV} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Zbytek potřebné dávky vápnění, které bude třeba na daném honu aplikovat v následujícím roce, činí 595 kg MV.ha⁻¹. Tu však uplatníme až v plánu hnojení na příští rok.

Vypočtenou dávku zaneseme do *příloh 5 a 10*.

hon čís.	plodina	výměra (ha)	pH/KCl	potřeba vápnění (t.ha ⁻¹ CaO)		skutečné vápnění (t.ha ⁻¹ CaO)	druh hnojiva	dávka hnojiva		termín aplikace
				pro úpravu pH	pro úhradu ztrát Ca			t.ha ⁻¹	t.hon ⁻¹	
1	hrách	10	5,6	0,30	1	(1,3) 1	MV 50,4 %CaO 2,2 % MgO	(2,58) 1,98	19,8	na podzim zaorat

Bilance organických látek

Organické látky plní v půdě nezastupitelné funkce: jsou **zdrojem energie a živin** pro půdní mikroorganismy. V průběhu mineralizace organických látek se uvolňují živiny ve formách snadno přístupných rostlinám a zároveň vzniká **řada látek s biologickým účinkem** na rostliny. Z meziproductů rozkladu se navíc syntetizují stabilnější organické látky - humusové kyseliny, fulvokyseliny, huminy a humusové uhlí - souborně nazývané huminové (**specifické humusové**) látky.

Humusové látky hrají významnou roli ve výživě rostlin jako **jádra micel půdního sorpčního komplexu**, na která se vážou živiny z půdního roztoku, a zůstávají tak chráněné před vyplavením, na druhé straně je však část z nich z půdního sorpčního komplexu snadno uvolnitelná výměnou za jiné kationty z půdního roztoku.

V půdně-klimatických podmínkách České republiky **se ročně mineralizuje asi 3,5 - 4,5 t.ha⁻¹ organických látek**. Tyto ztráty jsou částečně **nahrazeny posklizňovými zbytky** pěstovaných plodin, z části je ale potřeba dodat chybějící organické látky **formou organických hnojiv**, přičemž

jejich množství, které je třeba každoročně do půdy doplnit, závisí na půdním druhu a na podílu zlepšujících plodin v osevním postupu.

zastoupení hlavních plodin v osevním postupu (%)			potřeba organických látek podle půdního druhu (t.ha ⁻¹)			
zrniny	okopaniny, jednoleté píce, zeleniny	víceleté píce	lehká půda (P - HP)	těžká půda (JH)	střední půda (PH - H)	velmi těžká (JV - J)
orná půda						
20	80	0	2,50		2,85	
30	70	0	2,35		2,70	
40	60	0	2,20		2,55	
50	50	0	2,00		2,35	
60	40	0	1,90		2,25	
70	30	0	1,80		2,00	
80	20	0	1,70		1,90	
90	10	0	1,60		1,80	
100	0	0	1,50		1,70	
20	70	10	2,10		2,60	
30	60	10	1,95		2,45	
40	50	10	1,75		2,30	
50	40	10	1,60		2,10	
60	30	10	1,50		1,90	
70	20	10	1,40		1,80	
80	10	10	1,30		1,70	
90	0	10	1,20		1,60	
20	65	15	1,95		2,20	
30	55	15	1,75		2,00	
40	45	15	1,60		1,95	
50	35	15	1,30		1,90	
60	25	15	1,25		1,80	
70	15	15	1,20		1,70	
80	5	15	1,15		1,60	
85	0	15	1,10		1,50	
20	60	20	1,65		1,90	
30	50	20	1,45		1,75	
40	40	20	1,30		1,60	
50	30	20	1,10		1,50	
60	20	20	1,00		1,40	

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

70	10	20	0,90	1,30		
80	0	20	0,80	1,20		
20	55	25	1,35	1,50		
30	45	25	1,15	1,35		
40	35	25	1,00	1,10		
50	25	25	0,80	0,85		
60	15	25	0,65	0,70		
70	5	25	0,45	0,50		
20	50	30	1,05	1,20		
30	40	30	0,90	1,00		
40	30	30	0,70	0,80		
50	20	30	0,50	0,60		
60	10	30	0,35	0,35		
70	0	30	0	0		
ostatní kultury						
chmelnice			-	2,55	2,85	3,00
vinice			2,00	2,20	2,40	-
ovocné sady			1,40	1,4	1,80	2,00

Zdrojem velkého množství organických látek je *zelené hnojení* a posklizňové zbytky .

	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t⁻¹)
jetel plazivý	20,0	180
jílek mnohokvětý	25,0	230
jetelotravní směska	22,0	200
hořčice	14,0	110
řepka	13,0	120
vikev	18,0	170
lupina	20,0	190
svazenka	15,0	140
peluška	16,0	160
řepný chrást	15,4	122
sláma obilnin	86,0	820
sláma řepky	85,0	800
sláma luskovin	86,0	800
nať brambor		90

Pro výpočet množství organických látek dodaných do půdy posklizňovými zbytky je třeba znát produkci vedlejšího produktu. K jejímu výpočtu lze využít následující tabulku:



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

plodina	vedlejší produkt	poměr (hlavní produkt:vedlejší produkt)
pšenice ozimá	sláma	1 : 0,8
pšenice jarní	sláma	1 : 1
ječmen ozimý	sláma	1 : 0,7
ječmen jarní	sláma	1 : 0,6
žito ozimé	sláma	1 : 1
tritikale	sláma	1 : 1,1
oves na zrno	sláma	1 : 1,1
kukuřice na zrno	sláma	1 : 1,2
řepka ozimá	sláma	1 : 1,5
hrách setý	sláma	1 : 1
slunečnice	sláma	1 : 1,7
hořčice bílá	sláma	1 : 3
mák setý	sláma	1 : 3
cukrovka	chrást	1 : 0,6
krmná řepa	chrást	1 : 0,4
brambory	nať	1 : 0,2

Kvalita organických hnojiv, kterými se snažíme pokrýt zbytek ztrát organických látek v půdě, se z hlediska obsahu organických látek se značně liší.

hnojivo	roční produkce (t.DJ ⁻¹)	ztráty skladováním (%)	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t ⁻¹)
hnůj	11 - 13	30 - 45	22	170
močůvka	5,5 - 5,8	35 - 40	2,6	16
kejda skotu (7,8 % suš.)	21	30 - 35	7,8	60
kejda prasat (6,8 % suš.)	22		6,8	53
kejda drůbeže (11,8 % suš.)	35		11,8	81

Zápornou bilanci organických látek v půdě, způsobenou nedostatkem organických hnojiv, lze řešit následujícími způsoby:

- **snížením ztrát** organických látek lepší péčí o organická hnojiva nebo volbou zcela jiné technologie jejich výroby
- zařazením meziplodin na **zelené hnojení** do osevního postupu
- **výrobou statkového kompostu** (např. z nadbytečné slámy, tekutých stájových hnojiv, části chlévského hnoje a jiných organických materiálů)
- **nákupem** kvalitních organických hnojiv

Příklady

Příklad 4 Roční potřeba nahrazení ztrát organických látek

Pro výpočet potřeby dodání organických látek do půdy je třeba zohlednit **zastoupení plodin v osevním postupu**. V našem osevním postupu se střídá jetel (nebo hrách), pšenice, brambory a ječmen, je tedy tvořen z 50 % zrninami (pšenice ozimá a ječmen jarní), z 50 % okopaninami a jednoletými píceňinami. V takovém případě je potřeba organických látek na lehké a těžké půdě 2 t.ha⁻¹ a na střední a velmi těžké půdě 2,35 t.ha⁻¹.

zastoupení hlavních plodin v osevním postupu (%)			potřeba organických látek podle půdního druhu (t.ha ⁻¹)			
zrniny	okopaniny, jednoleté píceňiny, zeleniny	víceleté píceňiny	lehká půda (P - HP)	těžká půda (JH)	střední půda (PH - H)	velmi těžká (JV - J)
orná půda						
50	50	0	2,00		2,35	

Na dvou honech **s lehkou půdou**, tedy 20 ha, je každoroční potřeba organických látek celkem 20 ha * 2 t.ha⁻¹ = **40 t organických látek**.

Na dvou honech **se střední půdou** je každoroční potřeba organických látek 2,35 t.ha⁻¹, tedy celkem 20 ha * 2,35 t.ha⁻¹ = **47 t organických látek**. Dohromady je tedy na celou výměru potřeba dodat celkem 40 t + 47t = **87 t organických látek** pro doplnění jejich ztrát.

Příklad 5 Bilance organických látek pro podnik s bezstelivým provozem živočišné výroby

Zatížení 0,5 DJ.ha⁻¹ znamená, že podnik s výměrou 40 ha chová celkem 0,5 DJ.ha⁻¹ * 40 ha = 20 DJ. V bezstelivém provozu jsou tato zvířata chována na holých podlahách nebo rostech, jejich pevné a tekuté výkaly tvoří *kejdu*. **Množství vyprodukované kejdy** vypočteme z roční produkce od 1 *dobyččí jednotky* a z počtu DJ, které chováme. Pokud chováme 20 DJ skotu, je roční produkce kejdy 20 DJ * 21 t.DJ⁻¹ = **420 t**. Při skladování stájových organických hnojiv dochází vždy ke **ztrátám**. Pokud počítáme s 30%ními ztrátami kejdy, budou z celkové produkce kejdy činit 420 t * 0,3 = **126 t**. Množství kejdy, které pak bude **skutečně k dispozici** je 420 t - 126 t = **294 t**. Toto množství kejdy obsahuje 294 t * 60 kg.t⁻¹ = **17,64 t organických látek**. Obsah organických látek v ostatních organických hnojivech se vypočte obdobně.

hnojivo	roční produkce (t.DJ ⁻¹)	ztráty skladováním (%)	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t ⁻¹)
kejda skotu (7,8 % suš.)	21	30 - 35	7,8	60

Protože v bezstelivovém provozu není potřebná *sláma obilnin* na podestýlku, je možné ji zaorat. V našem případě je možná pouze zaorávka slámy pšenice, slámu ječmene s ohledem na podsev jetele zaorat nemůžeme. Dalším organickým hnojivem, které bude k dispozici, jsou posklizňové zbytky jetele (10 ha) a bramborová nať (10 ha).

Množství vyprodukované slámy lze vypočítat z poměru hlavního a vedlejšího produktu (zrna a slámy) a z výnosu zrna. Poměr udává množství slámy (v tunách) na 1 tunu výnosu zrna.

Průměrné poměry hlavního a vedlejšího produktu (1 : x)

plodina	vedlejší produkt	poměr
pšenice ozimá	sláma	1 : 0,8
ječmen jarní	sláma	1 : 0,6
brambory	nať	1 : 0,2

Při hektarovém výnosu zrna ozimé pšenice 5 t a poměru 0,8 bude **výnos slámy** $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 0,8 = 4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, **celková roční produkce** pak $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 10 \text{ ha} = 40 \text{ t slámy pšenice}$.

Při výnosu brambor 22 t. ha^{-1} a poměru 0,2 bude **výnos natě** $22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 0,2 = 4,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, **celková roční produkce** pak $4,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 10 \text{ ha} = 44 \text{ t natě brambor}$. Při obsahu organických látek 9 % jde o $44 \text{ t} \cdot 0,09 = 3,96 \text{ t organických látek}$.

Roční produkce organických látek v tomto podniku činí:

druh	počet DJ	produkce -od 1 DJ -z 1 ha (t)	produkce celkem (t)	ztráty skladování m		skutečná produkce (t)	
				%	t	hnojiv po odečtení ztrát	organických látek
kejda skotu	20	21	420	30	126	294	17,6
sláma ke hnojení (10 ha)			40			40	32,8
jetel (10 ha)		8	80			80	14,4
nať brambor (10 ha)		4,4	44			44	4,0
produkce organických látek celkem							68,8

Bilance organických látek pak obnáší:

Každoroční potřeba organických látek	87 t
Každoroční produkce organických látek	64,8 t
Nedostatek	22,2 t

Ztráty organických látek jsou v tomto případě vyšší než jejich přísun do půdy. Tuto situaci bude

třeba řešit buď navýšením produkce organických hnojiv, nebo jejich nákupem.

Příklad 6 Bilance organických látek pro podnik se stelivovým provozem živočišné výroby

Ve stelivovém provozu jsou hospodářská zvířata chována na podestýlce, jejich pevné a kapalné výkaly tvoří s podestýlkou *chlévkovou mrvu*, která je výchozí surovinou pro výrobu *chlévkého hnoje*. Moč se často nevsákne do steliva beze zbytku, pak může být jímána zvlášť a může být používána jako organické hnojivo ve formě *močůvka*. Podobně je možno jímat také *hnojůvku*.

hnojivo	roční produkce (t.DJ ⁻¹)	ztráty skladováním (%)	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t ⁻¹)
hnůj	11 - 13	30 - 45	22	170
močůvka	5,5 - 5,8	35 - 40	2,6	16

Při chovu 20 DJ je **produkce hnoje** $11 \text{ t.DJ}^{-1} * 20 \text{ DJ} = 220 \text{ t}$, pokud počítáme **se ztrátami** např. 40 %, činí pak $220 \text{ t} * 0,4 = 88 \text{ t}$, **skutečná produkce** chlévkého hnoje je tedy $220 \text{ t} - 88 \text{ t} = 132 \text{ t}$. Toto množství dodá do půdy $132 \text{ t} * 170 \text{ kg.t}^{-1} = 22440 \text{ kg}$, tedy **22,4 t organických látek**. Produkci močůvky, její ztráty a množství organických látek dodaných močůvkou do půdy vypočítáme obdobně.

Protože se jako stelivo nejčastěji používá sláma obilnin, je třeba nejprve vypočítat, zda její produkce v rámci osevního postupu pokryje potřebu steliva. Průměrná **roční spotřeba slámy** je 2 t.DJ^{-1} , v našem případě tedy bude představovat $2 \text{ t.DJ}^{-1} * 20 \text{ DJ} = 40 \text{ t slámy}$.

plodina	vedlejší produkt	poměr
pšenice ozimá	sláma	1 : 0,8
ječmen jarní	sláma	1 : 0,6
brambory	nať	1 : 0,2

Na podestýlku je nejvhodnější sláma jarních obilovin (v našem případě ječmen jarní), pokud jí však není dostatek, lze použít i slámu ozimů (v našem případě pšenice ozimá). Sláma olejnin, luskovin a kukuřice na zrno se jako stelivo nepoužívá, vždy se zaorává. Očekáváme-li tedy výnos zrna ječmene $4,5 \text{ t.ha}^{-1}$, bude množství slámy odpovídat $4,5 \text{ t.ha}^{-1} * 0,6 = 2,7 \text{ t.ha}^{-1}$. Z celé výměry honu, na němž budeme ječmen pěstovat, tedy získáme $2,7 \text{ t.ha}^{-1} * 10 \text{ ha} = 27 \text{ t slámy jarního ječmene}$, což potřebu slámy na podestýlku (40 t) nepokryje. Bude tedy potřeba použít na podestýlku i slámu pšeničnou (roční produkce 40 t - viz předchozí příklad).

Vzhledem k tomu, že slámu ječmene nemůžeme s ohledem na podsev zaorat a že slámu pšenice z praktických důvodů nemůžeme částečně sklídit a částečně zaorat, sklídíme veškerou slámu z obou honů. Přebytek slámy pšenice, který neuplatníme jako podestýlku, můžeme v rámci dobrého hospodaření se zdroji organických látek a živin použít ke kompostování.

Za daných podmínek můžeme jako zdroj organických látek použít chlévký hnůj (v případě



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

vybudovaných jímek i hnojůvku), močůvku, posklizňové zbytky jetele a nať brambor.

druh	počet DJ	produkce -od 1 DJ -z 1 ha (t)	produkce celkem (t)	ztráty skladování m		skutečná produkce (t)		
				%	t	hnojiv po odečtení ztrát	organických látek	
chlévký hnůj	20	11	220	40	88	132	22,4	
močůvka	20	5,5	110	35	38,5	71,5	1,1	
jetel (10 ha)		8	80			80	14,4	
nať brambor (10 ha)		4,4	44			44	4,0	
produkce organických látek celkem							41,9	

Bilance organických látek pak obnáší:

Každoroční potřeba organických látek	87 t
Každoroční produkce organických látek	41,9 t
Nedostatek	45,1 t

Ztráty organických látek jsou v tomto případě vyšší než jejich přísun do půdy. Tuto situaci bude třeba řešit buď navýšením produkce organických hnojiv, nebo jejich nákupem.

Příklad 7 Bilance organických látek pro podnik bez živočišné výroby

V podnicích specializovaných na rostlinnou výrobu není potřeba produkce pícniny, proto můžeme jetel nahradit hrachem. Ten na rozdíl od jetele nebudeme pěstovat jako podsev. Pak můžeme v daném osevním postupu jako organické hnojivo z vlastní produkce využít slámu hrachu a obilnin a bramborovou nať.

plodina	vedlejší produkt	poměr
pšenice ozimá	sláma	1 : 0,8
ječmen jarní	sláma	1 : 0,6
hrách setý	sláma	1 : 1
brambory	nať	1 : 0,2

Sláma hrachu má stejný výnos jako zrno, tedy $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, celková produkce je tedy $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 10 \text{ ha} = 40 \text{ t}$. Do půdy dodá $40 \text{ t} \cdot 800 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} = 32 \text{ t}$ **organických látek**. Výnos slámy obilnin jsme vypočítali v předchozích příkladech, u pšeničné slámy činí 40 t , u ječné 27 t . Produkce bramborové natě je 44 t . Obsah organických látek vypočteme obdobně jako u slámy hrachu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t ⁻¹)
sláma obilnin	86,0	820
sláma luskovin	86,0	800

Roční produkce organických hnojiv v těchto podmínkách činí:

druh	počet DJ	produkce -od 1 DJ -z 1 ha (t)	produkce celkem (t)	ztráty skladování m		skutečná produkce (t)	
				%	t	hnojiv po odečtení ztrát	organických látek
sláma pšenice ke hnojení (10 ha)		4	40			40	32,8
sláma ječmene ke hnojení (10 ha)		2,7	27			27	22,1
sláma hrachu ke hnojení (10 ha)		4	40			40	32,0
nať brambor (10 ha)		4,4	44			44	4,0
produkce organických látek celkem							90,9

Bilance organických látek pak obnáší:

Každoroční potřeba organických látek	87 t
Každoroční produkce organických látek	90,9 t
Přebytek	3,1 t

Bilance organických látek v půdě je v tomto případě vyrovnaná.

Příklad 8 Výpočet přísunu organických látek do půdy pěstováním zeleného hnojení

Efektivním řešením nedostatečného přísunu organických látek do půdy je pěstování zeleného hnojení jako meziplodiny. Do osevního postupu ho můžeme začlenit tam, kde je hlavní plodina sklizena včas (červenec - srpen) a jako následná plodina není volen ozim. V takovém případě pak máme k dispozici dostatečně dlouhou vegetační dobu pro zelené hnojení (dle klimatických podmínek zhruba od srpna do září). **Průměrný výnos** zeleného hnojení se pak pohybuje podle druhu, délky vegetace a vláhových podmínek kolem **12 - 18 t.ha⁻¹**.

V našem osevním postupu se v případě provozů s živočišnou výrobou jeví jako optimální pěstování zeleného hnojení jako meziplodiny po ozimé pšenici, v případně osevního postupu podniku

bez živočišné výroby i po ječmeni.

Vzhledem k tomu, že v našem osevním postupu nejsou zastoupeny brukvovité plodiny, není výběr druhu zeleného hnojení omezen. Za nejvhodnější se považují směsky, které vykazují velmi příznivé účinky díky různé hloubce prokořenění u jednotlivých druhů.

Pokud bychom zvolili **plodinu s nízkou produkcí organických látek** (hořčice) a **nízký výnos** ($12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), bude **množství organických látek** zapravené touto formou do půdy $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} * 110 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} = 1320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 1,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, což na celém honu odpovídá $1,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} * 10 \text{ ha} = 13 \text{ t}$. Při pěstování **svazanky** bychom **při nízkém výnosu** získali $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} * 140 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} = 1680 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, což odpovídá $1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} * 10 \text{ ha} = 17 \text{ t}$ organických látek. Podobné, případně lepší výsledky lze očekávat u různých směsek na zelené hnojení.

Plán hnojení organickými hnojivy

Organickými hnojivy rozumíme hnojiva, v nichž jsou deklarované živiny obsaženy v organické formě.

- statková (vznikají v zemědělské výrobě)
 - stájová (vedlejší produkty při chovu hospodářských zvířat)
 - ze stelivových provozů:
 - *chlévkový hnůj*
 - *močůvka*
 - *hnojůvka*
 - z bezstelivových provozů
 - *kejda*
 - ostatní (produkty při pěstování kulturních rostlin)
 - *sláma obilnin*, olejnin, luskovin
 - *zelené hnojení*
 - statkové *komposty*, kompostovaná *chlévková mrva*
 - ostatní organická hmota (rašelina, silážní šťávy,...)
- průmyslová (vznikají mimo zemědělský závod průmyslovou výrobou)
 - průmyslové *komposty*

Organická hnojiva jsou považována za základ trvalé půdní úrodnosti, zejména proto, že:

- dodávají do půdy
 - organické látky
 - rostlinné živiny
 - mikroorganismy
 - biologicky aktivní látky
- zvyšují
 - biologickou aktivitu půdy,
 - sorpční schopnost půdy
- podílejí se na tvorbě drobtovité *struktury půdy*



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- optimalizují vodní a vzdušný režim
- umožňují *imobilizaci rizikových prvků*
- napomáhají lepšímu využití živin z půdní zásoby i z minerálních hnojiv
- příznivě ovlivňují přijatelnost fosforu přítomného v půdě
- chrání přívodem snáže rozložitelných organických látek trvalý humus před *mineralizací*

Vzhledem ke svým pozitivním účinkům jsou organická hnojiva při zodpovědném hospodaření nenahraditelná, proto usilujeme o soběstačnost v jejich produkci a snažíme se v plánu hnojení využít pokud možno všechna organická hnojiva, která v rámci podniku vyprodukujeme.

Hnojení organickými hnojivy vyžadují plodiny 1. trati. Optimální dávky organických hnojiv uvádí následující tabulka:

plodina	dávka org. hnojiva (t.ha ⁻¹)						termín aplikace kejdy
	chlévký hnůj	močůvka	sláma	kejda skotu	kejda prasat	kejda drůbeže	
cukrovka	35 - 45	40 - 60	50 - 70	40 - 60	30 - 50	20 - 30	IX. - III.
krmná řepa	40 - 60	40 - 80	50 - 90	40 - 80	30 - 70	20 - 40	IX. - V.
brambory velmi rané	30 - 40	-	40 - 60	30 - 50	20 - 40	10 - 20	IX. - III.
brambory konzumní + čekanka	30 - 40	-	40 - 80	40 - 60	30 - 50	15 - 25	IX. - III.
brambory sadbové	30 - 40	30 - 50	40 - 60	30 - 50	20 - 40	10 - 20	IX. - III.
brambory průmyslové	30 - 40	20 - 60	40 - 80	40 - 60	30 - 50	15 - 25	IX. - V.
kukuřice na zrno	30 - 40	20 - 60	30 - 70	40 - 80	30 - 70	20 - 30	IX. - V.
kukuřice nazeleno + siláž	30 - 40	20 - 60	40 - 80	60 - 100	40 - 80	30 - 40	IX. - V.
pšenice ozimá + žito ozimé + tritikale	20	40	50	30	25	20	VIII. - IX.
oves	20	40	50	30	25	20	VIII. - III.
slunečnice	25 - 35	20 - 60	30 - 70	30 - 50	20 - 40	15 - 25	IX. - V.
řepka ozimá	25 - 35	20 - 40	30 - 50	15 - 25	10 - 20	5 - 15	VIII. - IX.
bob obecný	20 - 30	30 - 50	40 - 60	30 - 50	20 - 40	10 - 20	IX. - V.
ozimá směska na zeleno	20	40	50	30	20	10	IX.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

jarní směska na zeleno	20	40	50	30	20	10	IX. - III.
košťálové zeleniny + celer	40 - 50	40 - 60	50 - 70	40 - 60	30 - 50	20 - 30	IX. - III.
plodové zeleniny + kedlubny	30 - 40	40 - 60	50 - 70	40 - 60	30 - 50	15 - 25	IX. - III.

Zásady použití organických hnojiv

Maximální aplikační dávka organických a statkových hnojiv se sušinou nad 13 % je 20 tun sušiny.ha⁻¹ v průběhu 3 let. Maximální aplikační dávka organických a statkových hnojiv s sušinou nejvýše 13 % je 10 tun sušiny.ha⁻¹ v průběhu 3 let. (*Vyhláška MZe č. 131/2014 Sb.*)

Organická hnojiva je potřeba zapravit do půdy co nejdříve po rozmetání, tekutá a kapalná nejpozději do 24 hodin, tuhá do 48 hodin. V opačném případě dochází ke ztrátám živin, zejména dusíku. Výjimkou je řádkové přihnojování porostů hadicovými aplikátory a hnojení travních, jetelovinotravních a jetelovinových porostů v období nejméně 1 měsíc před sklizní a aplikace vedlejších a hlavních produktů vzniklých při pěstování rostlin (jak upřesňuje *Vyhláška MZe č. 131/2014 Sb.*).

Slámu je potřeba před zaoráním **podrtit** či rozštípat a **rovnoměrně rozmístit** po pozemku. Tím se zamezí vzniku shluků, které se špatně rozkládají, umožňují snadné šíření chorob a škůdců (hlodavci, slimáci) a vznik látek s inhibičními účinky na rostliny. **Spolu se slámou obilnin a řepky** je třeba zaorat **i dusíkatá hnojiva** (minerální, tekutá organická, zelené hnojení), aby se dosáhlo **optimálního poměru C:N**, který podmiňuje správný rozklad slámy a tvorbu složitějších půdních organických látek (stálého humusu), aniž by docházelo k biologické fixaci dusíku původně určenému k úhradě potřeby pěstované plodiny. Doporučená dávka dusíku pro úpravu poměru C:N slámy obilnin je **8 - 10 kg.t⁻¹**. Dále se doporučuje se slámou aplikovat také draselná a fosforečná hnojiva (5 kg P₂O₅ na tunu slámy). Živiny z nich uvolněné tak mohou být poutány na nově vznikající složitější půdní organické látky.

Vyrovňovací dávku dusíku můžeme vynechat v případě, že jde o klasický osevní postup (do 50 % obilovin) s produktivními víceletými pícninami (vojtěška) a dosahuje-li průměrná dávka dusíku v průmyslových hnojivech 80 - 100 kg N.ha⁻¹. Dále je možno vyrovňovací dávku N pominout, pokud zaoráváme slámu se zeleným hnojením z motýlokvětých rostlin, nebo s močůvkou v dávce nejméně 20 - 30 t.ha⁻¹, nebo při společném hnojení slámou a kejdou v dávce alespoň 20 t.ha⁻¹ a běžném NPK hnojení ve formě minerálních hnojiv. Při dávce kejdy nad 40 t.ha⁻¹ lze další dusíkaté hnojení v minerálních hnojivech vynechat úplně. Vyrovňovací dávku dusíku je možno vypustit také při společném hnojení slámou, kejdou a zeleným hnojením.

Zelené hnojení je třeba **před zaoráním uválet nebo rozřezat** talířovými branami. Zelené hnojení dodává do půdy velké množství **snadno rozložitelných organických látek**. Pokud začne probíhat mineralizace zeleného hnojení v podzimním období, kdy uvolněné živiny nemůže využít porost následné plodiny, dochází ke značným ztrátám na živinách. Proto by měla **zaorávka** proběhnout až v době, kdy průměrná **denní teplota klesne pod 10°C**. Časté aplikace zeleného hnojení také mohou podpořit mikrobiální činnost v půdě do té míry, že dochází k mineralizaci nejen jednodušších, ale i složitějších organických látek, tedy humusu. Aby se tomuto negativnímu vlivu zabránilo, je vhodné zapravovat zelené hnojení do půdy zároveň s jinými organickými hnojivy, např. slámou, kejdou, hnojem. Společná aplikace zeleného hnojení s minerálními hnojivy pak ulehčí sorpci takto dodaných živin na nově vznikající humusové látky.

Kejdu je třeba při nabírání z jímek před aplikací **homogenizovat**, aby se znovu spojil tekutý a tuhý podíl, protože jinak je pozemek vyhnojen nestejně v závislosti na tom, který podíl byl odebrán. **Zásadně je zakázáno** aplikovat kejdu od listopadu do konce ledna, a také na sněhem pokrytou nebo zamrzlou půdu. Nejnižší dávka, kterou je možno aplikovat za použití běžné techniky, je 30t.ha⁻¹. Pokud má být aplikována nižší dávka, je potřeba ji doplnit vodou (máme-li dodat 25 t.ha⁻¹ kejdy, přidáme k ní 5 t vody).

Vzhledem k nízkému obsahu sušiny a organických látek v kejdě a močůvce je vhodná společná aplikace se slámou obilnin či olejnin nebo se zeleným hnojením.

Při plánování využití tekutých stájových hnojiv je třeba zohlednit kapacitu jímek, aby bylo zaručeno pravidelné a včasné vyvážení v průběhu roku.

Příklady

Příklad 9 Volba organických hnojiv a jejich dávek

(viz Příklad 7 Bilance organických látek pro podnik bez živočišné výroby)

V případě podniku specializovaného na rostlinnou výrobu se z dostupných hnojiv z vlastních zdrojů zaorá **sláma hrachu** na místě, zúrodní tedy hon, na němž bude pěstována jako následná plodina pšenice.

druh hnojiva	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t ⁻¹)
hnůj	22	170
sláma obilnin	86,0	820
sláma luskovin	86,0	800

Dávka sušiny, kterou poskytne, činí 4 t.ha⁻¹ * 0,86 = **3,44 t.ha⁻¹**. **Slámu ječmene** zapravíme na honu určeném v další sezóně hrachu. Do půdy tak aplikujeme **dávku sušiny** 4 t.ha⁻¹ * 0,86 = **3,44 t.ha⁻¹**. Pro brambory máme tedy k dispozici jen 40 t pšeničné slámy (4 t.ha⁻¹), přičemž optimální dávka je 30 - 40 t.ha⁻¹ hnoje. Ten budeme muset buď nakoupit, nebo nahradit jinými organickými hnojivy. Podobně jako v případě stelivového provozu je efektivním řešením pěstování **zeleného**



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

hnojení, které dává při průměrném výnosu 15 t.ha⁻¹ **dávku sušiny** 15 t.ha⁻¹ * 0,15 = **2,25 t.ha⁻¹**. Ke konečnému doplnění dávky zvolme **nákup chlévského hnoje** v množství 110 t, tedy 110 t / 10 ha = **11 t.ha⁻¹**, dávka sušiny činí 11 t.ha⁻¹ * 0,22 = 2,42 t.ha⁻¹. Plán hnojení organickými hnojivy pak bude vypadat následovně:

hon čís	plodina	výměra (ha)	posl. org. hnoj. (rok)	dávka org. hnojiv (t.ha ⁻¹)			dávka sušiny org. hnojiv (t.ha ⁻¹)			celková potřeba organických hnojiv (t.hon ⁻¹)			termín a způsob hnojení
				sláma, nať	ZH	hnůj	sláma, nať	ZH	hnůj	sláma, nať	ZH	hnůj	
1	hrách	10	2014	4			3,44			40			zaorávky po sklizni ječmene
2	pšenice ozimá	10	2013	4			3,44			40			zaorávka po sklizni hrachu
3	brambory **	10	2012	4	15	11	3,44	2,25	2,42	40	15	11	společná zaorávka na podzim
celkem										120	15	11	
										146			

Odpočty živin z organických hnojiv

Organická hnojiva aplikovaná do půdy podléhají *mineralizaci*, během níž se do půdy uvolňují živiny v minerálních formách, dobře přístupné rostlinám. Množství jednotlivých živin uvolněných z organických hnojiv i jejich poměr závisí na druhu hnojiva a podmínkách ovlivňujících mikrobiální činnost (hodnota výměnného pH půdy, teplota, vlhkost, provzdušněnost půdy, poměr C:N v rozkládaných organických látkách).

Proces mineralizace je postupný, s významnějším množstvím uvolněných živin můžeme počítat v prvních dvou letech po aplikaci hnojiva. U *močůvky* a *kejdy* zohledňujeme také termín aplikace. Čím dříve před výsevem nebo výsadbou plodiny tato hnojiva aplikujeme, tím méně dusíku jí poskytnou.

hnojivo	rok působení	termín aplikace				
		VII - IX	X - II	III - VI	I - XII	I - XII
		množství uvolněné živiny (kg.t ⁻¹)				
		N			P ₂ O ₅	K ₂ O
hnůj	1.	1,50			1,00	2,50
	2.	0,85			1,00	2,50

močůvka	1.	0,60	0,95	1,35	-	2,00
	2.	0,15	0,15	0,25	-	2,00
kejda skotu	1.	0,90	1,30	1,50	0,68	1,60
	2.	0,40	0,55	0,60	0,68	1,60
kejda prasat	1.	1,30	1,85	2,15	1,12	0,83
	2.	0,55	0,75	0,90	1,12	0,83
kejda drůbeže	1.	1,95	2,80	3,25	2,20	1,21
	2.	1,35	1,85	2,20	2,20	1,21
řepný chrást	1.	2,00			0,60	2,60
	2.	1,00			0,60	2,60
silážní šťávy	1.	1,70			2,30	1,80
	2.	0,80			2,30	1,80
sláma obilnin	1.	2,80			1,20	3,40
	2.	1,40			1,20	3,40
sláma řepky	1.	3,20			1,50	6,20
	2.	1,60			1,50	6,20
sláma luskovin	1.	6,00			2,00	5,50
	2.	3,00			2,00	5,50

Živiny dodané do půdy zeleným hnojením se často do bilance živin nezapočítávají, protože do půdy nejsou nově dodávány, nanejvýše dochází k jejich přesunu z hlubších vrstev do ornice. Výjimku tvoří dusík, který do posklizňových zbytků vyvazují z půdního vzduchu *leguminózy*, čímž touto živinou půdu významně obohacují. Jeho množství pak zohledňujeme formou korekce na předplodinu.

Příklady

Příklad 10 Výpočet odpočtů živin z organických hnojiv

(viz *Příklad 9 Volba organických hnojiv a jejich dávek*)

Aplikovanými organickými hnojivy se do půdy zapraví i nezanedbatelné množství živin. Jejich produkci vyčteme z tabulky.

hnojivo	obsah sušiny (%)	obsah org. látek (kg.t ⁻¹)	průměrný obsah živin (kg.t ⁻¹)		
			N	P	K
hnůj	22,0	170	4,2	1,01	5,0
sláma obilnin	86,0	820	4,8	0,96	5,3
sláma luskovin	86,0	800	10,4	1,53	9,3

Pro doplnění do *přílohy 4* je ale potřeba přepočítat obsah z čistých živin na obsah v oxidové formě,

jak je uveden v tabulce pro výpočet odpočtů.

Přepočty:

- $P * 2,29 = P_2O_5$
- $K * 1,2 = K_2O$

Např. průměrný **obsah fosforu** ve slámě luskovin je $1,53 \text{ kg.t}^{-1}$, což odpovídá $1,53 \text{ kg.t}^{-1} * 2,29 = 3,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5.\text{t}^{-1}$. Podobně propočteme produkci fosforu a draslíku pro všechna použitá hnojiva.

Produkce živin v aplikované dávce hnojiva pak vychází z produkce živin v kg.t^{-1} a aplikované dávky organického hnojiva (t.ha^{-1}). Např. plánujeme-li aplikaci **4 tun slámy hrachu** o obsahu $3,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5$, dodáme tím do půdy celkem $4 \text{ t.ha}^{-1} * 3,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5.\text{t}^{-1} = 14 \text{ kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$. Avšak vzhledem k tomu, že se z organických hnojiv vždy uvolní jen část živin, nejsou tyto položky směrodatné.

Největší podíl živin se z organických hnojiv uvolní v prvních 2 letech po aplikaci hnojiv, množství živin uvolněných v následujících letech už v plánu hnojení zanedbáváme.

hnojivo	rok působení	termín aplikace				
		VII - IX	X - II	III - VI	I - XII	I - XII
		množství uvolněné živiny (kg.t^{-1})				
		N		P_2O_5	K_2O	
hnůj	1.	1,50		1,00	2,50	
	2.	0,85				
sláma obilnin	1.	2,80		1,20	3,40	
	2.	1,40				
sláma luskovin	1.	6,00		2,00	5,50	
	2.	3,00				

Pokud tedy pro brambory zaoráme **11 t.ha⁻¹ chlévského hnoje**, uvolní se z něj v **1. roce** $1,5 \text{ kg.t}^{-1} * 11 \text{ t.ha}^{-1} = 16,5 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$, $1 \text{ kg.t}^{-1} * 11 \text{ t.ha}^{-1} = 11 \text{ t.ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ a $2,5 \text{ kg.t}^{-1} * 11 \text{ t.ha}^{-1} = 16,5 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$.

Obdobně vypočítáme odpočty všech živin ze všech aplikovaných organických hnojiv na oba započítávané roky. Nakonec odpočty zaokrouhlíme takto:

- odpočty nižší než 5 kg N.ha^{-1} zanedbáme
- odpočty $5 - 10 \text{ kg N.ha}^{-1}$ zaokrouhlíme na 10 kg N.ha^{-1}
- odpočty vyšší než 10 kg N.ha^{-1} zaokrouhlujeme na násobky 5

Na plochách podniku bez živočišné výroby se zaorá sláma ječmene (pro hrách), sláma hrachu (pro pšenici) a sláma pšenice spolu se zeleným hnojením a chlévským hnojem (pro brambory).

hon čís.	plodina	výměra (ha)	dávka organ. hnojiv (t.ha ⁻¹)	produkce živin v org. hnojivech (kg.t ⁻¹)			produkce živin v aplik. dávce org. hnojiv (kg.ha ⁻¹)			odpočet živin v 1. roce po apl. org. hnojiv (kg.ha ⁻¹)			odpočet živin ve 2. roce po apl. org. hnojiv (kg.ha ⁻¹)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	hrách	10	2,7 (sláma ječmene)	4,8	2,2	6,3	13	5,9	17	7,56 10	3,24 0	9,18 10	3,78 0	3,24 0	9,18 10
2	pšenice ozimá	10	4 (sláma hrachu)	10,4	3,5	9,9	41,6	14	39,6	24 25	8 10	22 20	12 10	8 10	22 20
3	brambory **	10	4 (sláma pšenice)	4,8	2,2	6,3	19,2	8,8	25,2	11,2 10	4,8 0	13,6 15	5,6 10	4,8 0	13,6 15
3	brambory **	10	15 (zelené hnojení)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	brambory **	10	11 (hnůj)	4,2	2,3	6,0	46,2	25,3	66	16,5 15	11 10	27,5 30	9,35 10	11 10	27,5 30
celkem pro brambory										25	10	45	20	10	45
celkem v celém OP										60	20	75	30	20	75

Hnojení minerálními hnojivy

Rostliny získávají potřebné živiny z různých zdrojů, po jistém zjednodušení lze říct, že část živin přijmou z **půdní zásoby**, část se uvolní z **aplikovaných organických hnojiv** (viz *odpočty živin z organických hnojiv*), část po sobě zanechají v půdě kvalitní **předplodiny** (jeteloviny, jetelotrná směs, luskoviny). **Minerální hnojení** pak představuje **jen jeden ze zdrojů živin**, jehož význam se liší podle systému hospodaření (v ekologickém zemědělství jde o zdroj okrajový, v konvenčním systému hospodaření pak často velmi významný).

Pro dosažení vysoké účinnosti minerálního hnojení je třeba:

- správné stanovení potřebné dávky živiny (výsledného normativu) podle nároků plodiny, půdně-klimatických podmínek a odpočtů živin, které jsou pro plodinu přístupné z jiných zdrojů
- volba vhodného druhu hnojiva zejména s ohledem na:
 - agrochemické vlastnosti hnojiv
 - požadavky rostlin (např. citlivost plodiny k chlóru při volbě draselného hnojiva)
 - na vlastnosti půdy (půdní druh, vodní režim půdy, sorpční kapacitu půdy, nasycenost půdního sorpčního komplexu, mikrobiální činnost v půdě)
- volba správné doby aplikace (dle požadavků plodiny)
- zajištění rovnoměrné distribuce hnojiva po pozemku
- v případě hnojení dusíkem optimalizace hnojení během vegetace na základě výsledků analýz půdy (obsah minerálního, případně mineralizovatelného dusíku v půdě), pozorování stavu porostů i průběhu povětrnosti

Celkové množství živiny, které plodina potřebuje na tvorbu očekávaného výnosu, nazýváme **základní normativ (kg.ha⁻¹)**. Lze ho vypočítat z výše plánovaného výnosu (t.ha⁻¹) a potřeby živiny pro tvorbu 1 t produktu (kg.t⁻¹).

plodina	produkt	odběr živin (kg.t ⁻¹)			
		N	P	K	Mg
pšenice ozimá	zrno	25	5,0	19,9	2,4



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

žito ozimé	zrno	24	6,1	21,6	2,4
ječmen ozimý	zrno	26	5,7	24,0	1,8
pšenice jarní	zrno	26	5,2	19,9	2,4
ječmen jarní	zrno	26	5,2	19,9	1,8
kukuřice na zrno	zrno	27	5,2	23,2	4,8
oves	zrno	26	6,1	24,1	2,4
proso	zrno	30	6,1	34,9	N
pohanka	zrno	34	7,0	33,2	N
bob obecný	semeno	(64)	7,8	41,5	3,6
hrách setý	semeno	(63)	7,4	37,4	3,6
peluška	semeno	(67)	8,0	37,4	3,6
vikev setá	semeno	(63)	7,0	25,0	N
fazol obecný	semeno	(80)	8,0	25,0	N
čočka	semeno	(70)	8,8	50,0	N
sója	semeno	(55)	11,0	30,0	4,0
lupina zrno	semeno	(70)	8,8	33,2	N
řepka ozimá	semeno	50	10,9	49,8	4,8
slunečnice	semeno	50	13,1	49,8	N
mák	semeno	40	8,8	41,5	N
hořčice bílá	semeno	42	9,6	39,8	N
cukrovka	semeno	38	6,5	48,2	N
cukrovka	bulvy	4,4	0,70	4,7	0,84
krmná řepa	bulvy	2,5	0,44	2,9	0,48
čekanka	kořen	4,2	0,52	3,7	N
brambory	hlízy	5,0	0,87	6,6	0,90
brukev, tuřín	bulvy	2,7	0,61	3,3	0,48
krmné zelí	hlávký	3,2	0,87	5,0	N
kukuřice silážní	zelená hmota	3,0	0,44	2,5	0,30
sudánská tráva	zelená hmota	2,4	0,44	2,2	N
čirok, čumíza	zelená hmota	3,0	0,52	3,3	N
pohanka	zelená hmota	3,0	0,65	3,3	N
hrách krmný	zelená hmota	(6,5)	0,65	4,3	N
směska luskovin	zelená hmota	(5,0)	0,65	5,0	0,36



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

řepka na krmení	zelená hmota	5,5	0,96	5,0	0,42
slunečnice roční	zelená hmota	2,4	0,39	3,3	0,18
hořčice bílá	zelená hmota	5,0	0,35	3,5	0,12
krmná kapusta	zelená hmota	4,0	0,44	3,5	0,72
LOS ozimá	zelená hmota	5,0	0,57	5,4	0,48
LOS jarní	zelená hmota	5,5	0,57	5,0	N
jetel luční	seno	(25)	2,6	12,5	3,6
jetel plazivý	seno	(32)	3,5	15,8	N
vojtěška	seno	(27)	3,1	14,9	1,8
jetelotravní směska	seno	(23)	2,6	12,5	N
vojtěškotravní směska	seno	(24)	3,1	14,1	N
luční porost	seno	18	3,1	12,5	2,4
kmín	semeno	54	10,0	38,0	4,2
konopí	surové stonky	10	4,4	12,5	1,4
len setý	rosené stonky	13	2,2	8,3	1,4
tabák	listy	40	8,7	45,7	10,1
chmel	hlávky	90	17,5	83,0	16,5

plodina	N	P	K	Ca	Mg
zelí	3,57	0,57	3,57	2,86	0,57
květák	4,00	0,70	4,00	2,00	0,30
kedlubny	5,00	1,75	6,50	2,00	2,00
okurky	1,67	0,67	2,33	0,67	0,50
rajčata	2,75	0,38	3,00	2,25	0,25
paprika	2,75	0,38	3,00	2,25	0,25
mrkev	4,00	1,67	6,67	4,00	1,00
celer	6,50	1,00	8,50	5,00	1,00
petržel	2,20	0,40	4,00	1,00	0,80
cibule	2,67	0,67	3,33	1,67	0,67

salát	2,20	0,40	4,00	0,80	0,24
špenát	4,75	0,75	4,00	1,00	0,95
kapusta	3,00	0,48	3,00	2,43	0,48
hrách na luský	8,00	1,10	6,60	4,30	1,00

Poznámka k tabulce: hodnota uvedená v závorce je potřeba dusíku, kterou uhradí symbiotické bakterie, není třeba dodávat formou hnojiv; "N" znamená, že hodnota nebyla stanovena

Výsledný normativ pak udává množství živiny, které je potřeba dodat plodině formou minerálních hnojiv, protože je nezíská z ostatních výše uvedených zdrojů. Vypočítá se započtením korekcí k základnímu normativu.

ZÁKLADNÍ NORMATIV	+ N na suchých stanovištích a na chudých půdách	VÝSEDNÝ NORMATIV
	- N na úrodných půdách s optimálními vláhovými poměry	
	- N dodaný v org. hnojivech	
	- N dodaný předplodinou	
	- N při vysokém obsahu N _{min} v půdě	
	+ N na vyrovnání širokého poměru C:N některých org. hnojiv	
	- P dodaný v org. hnojivech	
	- P při vysokém nebo velmi vysokém obsahu P v půdě	
	+ P při nízkém nebo vyhovujícím obsahu P v půdě	
	- K dodaný v org. hnojivech	
	- K při vysokém nebo velmi vysokém obsahu K v půdě	
	+ K při nízkém nebo vyhovujícím obsahu K v půdě	
	- K při nevýhodném poměru K:Mg v půdě	
	- Mg při vysokém nebo velmi vysokém obsahu Mg v půdě	
	+ Mg při nízkém nebo vyhovujícím obsahu Mg v půdě	
+ Mg při nevýhodném poměru K:Mg v půdě		
- Mg dodaný do půdy vápenatými nebo draselnými hnojivy		

Postup výpočtu potřeby hnojení (výsledného normativu) draselnými, fosforečnými a hořečnatými hnojivy je do značné míry podobný, uplatňují se v nich shodně korekce na zásobu přístupných živin v půdě zjištěnou rozbořením půdy (ať již zajištěným v rámci AZPP, nebo z iniciativy pěstitele na jeho vlastní náklady).

U korekcí na obsah živiny dle AZPP se vychází z obsahu dané živiny na každém honu zvlášť. Údaje získané při posledním agrochemickém zkoušení zemědělských půd nebo z obdobných analýz je třeba zhodnotit dle následující tabulky:

obsah (mg.kg ⁻¹)	fosfor	draslík			hořčík			korekce podle AZPP
		lehká půda	střední půda	těžká půda	lehká půda	střední půda	těžká půda	

nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120	+ 50 %
vyhovující	51 - 80	101 - 160	106 - 170	171 - 260	81 - 135	106 - 160	121 - 220	+ 25 %
dobrý	81 - 115	161 - 275	171 - 310	261 - 350	136 - 200	161 - 265	221 - 330	0 %
vysoký	116 - 185	276 - 380	311 - 420	351 - 510	201 - 285	266 - 330	331 - 460	-100 %
velmi vysoký	nad 185	nad 380	nad 420	nad 510	nad 285	nad 330	nad 460	-100 %

V případě **dobrého obsahu** (který je z pohledu úrodnosti půdy a výživy rostlin optimální a žádoucí) **není potřeba dělat korekce** na obsah v půdě dle AZZP, výsledný normativ se pak počítá ze základního normativu a ostatních korekcí. **Při obsahu vysokém** se danou živinou v daný rok **nehnojí**, nebo se volí **dávka nižší než udržovací**. Na honech, kde je **velmi vysoký obsah**, se hnojení danou živinou **vynechává**. **Při vyhovujícím obsahu** živiny v půdě se **navyšuje hnojení o 25 % základního normativu**. Dávka živiny, kterou spotřebují rostliny na tvorbu plánovaného výnosu, se tak zvýší o množství, které zůstane v půdě, **obohatí půdní zásobu**. Těmito korekcemi postupně dosáhneme dobré úrovně daného prvku v půdě, tedy stavu, kdy by nadále mělo stačit udržovací hnojení. V případě **nízkého obsahu** dané živiny v půdě počítáme s korekcemi ve výši **50 % základního normativu**.

Vzhledem k tomu, že obsah minerálního dusíku v půdě silně závisí na půdních podmínkách a průběhu počasí (zejména na teplotě a průběhu srážek), **je postup výpočtu potřeby hnojení dusíkatými hnojivy značně odlišný od ostatních**.

Na základě výsledného normativu pak vybíráme vhodné hnojivo a stanovujeme potřebnou dávku. Jako zdroj informací o dostupných hnojivech můžeme použít například **Registr hnojiv** (<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/registr-hnojiv.html>). Potřebné množství všech hnojiv doplníme do **přílohy 10**, čímž získáme podklady pro plán nákupu minerálních hnojiv.

Plán hnojení dusíkem

Správné stanovení potřebné dávky dusíku a následné efektivní hnojení touto živinou je jedním z nejobtížnějších úkolů. Množství **přijatelného dusíku** totiž velmi významně **závisí na činnosti půdních mikroorganismů** zodpovědných za *mineralizaci* organické hmoty, která je silně ovlivňována počasím (teplota a vlhkost půdy) a půdními vlastnostmi (hodnotou pH půdy, strukturou půdy určující poměr kapilárních a nekapilárních pórů a v důsledku vodní a vzdušný režim půd, obsahem a kvalitou půdní organické hmoty, poměrem C:N posklizňových zbytků,...). Právě silný vliv průběhu počasí na dynamiku dusíku v půdě znemožňuje použití standardních postupů, jak je poznáme v plánech hnojení ostatními živinami (P, K, Mg), a nutí nás často upravovat předběžně stanovenou dávku i během vegetace podle výsledků aktuálních analýz půdy nebo rostlinné hmoty.

Nízké dávky dusíku neumožňují plně využít produkčního potenciálu hnojené rostliny. Při předávkování rostlina přednostně vytváří vegetativní orgány, tkáně jsou křehké, náchylné k napadení chorobami a škůdci, opoždí se sklizeň a dochází ke snížení či dokonce ke ztrátě požadované kvality rostlinných produktů.

Při výpočtu výsledného normativu dusíku zohledňujeme množství, které se uvolní v průběhu vegetace z půdní zásoby, z aplikovaných organických hnojiv, množství, které na daném honu zanechá



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

předplodina formou posklizňových zbytků, a množství, o které musíme dávku dusíku navýšit při aplikaci slámy obilovin nebo řepky, aby její rozklad neprobíhal na úkor potřeby dusíku pro rostliny.

Množství dusíku, který se pro rostliny uvolní z půdní zásoby, lze odhadnout podle stanovištních podmínek, které do značné míry ovlivňují obsah organického dusíku v půdě, předpokládanou intenzitu mineralizace v průběhu vegetace a tím i množství minerálního dusíku uvolněného ve formách přístupných rostlinám. Protože **ve vlhké a prohráté strukturní půdě** panují optimální podmínky pro mikrobiální činnost, poskytují tyto půdy díky mineralizaci a dalším přeměnám **nezanedbatelné množství přístupného dusíku**, který nemusíme poskytovat z jiného zdroje. Můžeme ho tedy odečíst od základního normativu. Naopak **na suchých stanovištích**, nebo na chudých půdách v nepříznivých podmínkách budeme muset **základní normativ navýšit**. Výše korekcí na stanoviště udává tabulka.

charakteristika stanoviště	průměrný výnos obilnin (t.ha ⁻¹)	korekce dávky N (kg.ha ⁻¹)
nejúrodnější nížinné půdy s optimálním hydrotermickým režimem v teplejších a vlhčích oblastech černozemě a hnědozemě, nivní a lužní půdy, střední až těžké řepářský výrobní typ	6,5 - 7,5	-40
úrodné půdy v rovinnatých, teplých a suchých oblastech černozemě, šedozemě, hnědozemě, nivní půdy, střední až těžké kukuřičný výrobní typ	5,5 - 7,0	-20
středně úrodné půdy v pahorkatinách, v mírně teplé a vlhčí oblasti hnědozemě oglejené, hnědé půdy, ilimerizované půdy, rendziny, nivní půdy oglejené, převážně střední bramborářský výrobní typ, subtyp ječný a pšeničný	5,0 - 6,0	0
méně úrodné půdy ve vyšších, svažitéjších polohách, v chladnější a vlhčí oblasti hnědé půdy (podzolované), ilimerizované půdy, oglejené půdy, střední až lehčí, kyselejší bramborářský výrobní typ, subtyp ovesný a žitný	4,0 - 5,5	+10
málo úrodné půdy v podhorských a horských polohách, v chladné a vlhké oblasti hnědé půdy, ilimerizované půdy, oglejené půdy, podzolové půdy, drnové půdy, svažité, mělké, lehké, kyselé horský výrobní typ	2,5 - 3,5	+20

Kvalitní předplodiny zařazené do osevního postupu obohacují půdu o kvalitní posklizňové zbytky, jejichž rozkladem se do půdy uvolní další množství minerálního dusíku.

plodina	množství dusíku využitelného následnými plodinami (kg.ha ⁻¹)	
	v 1. roce	ve 2. roce
vojtěška	50	25
jetel	40	20
jetelotravní směska (min. 30 % jeteloviny)	25	-
luskoviny	15	-

Dále je třeba započítat korekce na aplikaci organické hmoty s nevýhodným poměrem C:N do půdy. Nedostatek dusíku v organické hmotě totiž limituje schopnost mikroorganismů mineralizovat ji. Proto musíme navýšit normativ o takové množství dusíku, které optimalizuje původně nevýhodný poměr C:N těchto materiálů a umožní jejich mineralizaci půdními mikroorganismy, aniž by došlo ke konkurenci v příjmu dusíku mezi půdní mikroflorou a pěstovanými rostlinami.

Pro úpravu poměru C:N zapravené slámy je potřeba dodat:

- 8 - 10 kg N na každou tunu slámy obilnin
- 5 - 6 kg N na každou tunu slámy řepky

Nakonec lze uplatnit korekce základního normativu N podle výsledků rozboru půdy nebo rostlinné hmoty.

Protože je minerální dusík v půdním profilu poměrně pohyblivý a půda nemá schopnost fyzikálně-chemické sorpce dusičnanů a jen omezenou schopnost sorpce NH₄⁺, je třeba při aplikaci minerálních dusíkatých hnojiv zohlednit jejich potenciální vliv na životní prostředí. V některých případech se výsledný normativ aplikuje najednou, **často se ale dělí na více dávek**, které se aplikují ve fenofázích, v nichž plodina na hnojení dusíkem reaguje pozitivně zvýšením výnosu nebo kvalitou produktu.

Základní hnojení se provádí **při zpracování nebo předsetové přípravě půdy**. Pro ozimy je první přihnojení dávka regenerační, druhé přihnojení produkční. U jařin představuje první přihnojení produkční hnojení. Dávku přihnojení lze upravit na základě výsledků stanovení minerálního dusíku v půdě nebo na základě obsahu N v rostlinách (dle chemických rozborů rostlinné hmoty, dle výsledků měření N-testerem apod.).

U ozimých plodin se obvykle neprovádí základní hnojení dusíkem na podzim před výsevem. Výjimkou jsou ozimé obilniny na těžších půdách v aridních oblastech v podmínkách nepromyvného vodního režimu a u ozimé řepky v těchto podmínkách jen na méně úrodných půdách, pokud je zařazena do III. trati. V příznivých podmínkách (u zdravých porostů při dostatku vláhy) lze u ozimých obilnin na počátku metání a u řepky ve fázi žlutých pupat provést kvalitativní hnojení dávkou 15 - 25 kg N.ha⁻¹.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

plodina	dělení výsledného normativu dusíku		
	základní hnojení	1. přihnojení	2. přihnojení
pšenice ozimá	-	50	50
žito ozimé	-	60	40
ječmen ozimý	-	70	30
pšenice jarní	60	40	-
ječmen jarní sladovnický	100	-	-
ječmen jarní krmný	60	40	-
oves	100	-	-
kukuřice	70	30	-
obilniny s podsevem	100	-	-
čirok, súdánská tráva	70	30	-
proso, pohanka	60	40	-
luskoviny	(100)	-	-
řepka ozimá	-	60	40
slunečnice	100	-	-
mák, hořčice, len	100	-	-
cukrovka, krmná řepa	70	30	-
krmná mrkev, krmná kapusta	70	30	-
brambory	100	-	-
směsky nazeleno ozimé	-	100	-
směsky nazeleno jarní	100	-	-
oves nazeleno	100	-	-
jetelotravní směska	60	40	-
trávy na orné půdě	50	25	25
trvalé travní porosty	60	40	-
zelí	80	20 30 dní po výsadbě	-

květák	80	10 20 dní po výsadbě	10 ** 20 dní po 1. přihnojení
kedlubny rané	100	-	-
kedlubny pozdní	80	20 30 dní po výsadbě	-
okurky	70	15 20 dní po výsadbě	15 20 dní od 1. přihnojení
rajčata a papriky	60	20 20 dní po výsadbě	20 20 dní od 1. přihnojení
mrkev	100	-	-
celer	100	-	-
petržel	100	-	-
cibule - lehká půda	70	30 po vzejití	
ostatní půdní druhy	100		
salát	100	-	-
špenát	100	-	-
kapusta hlávková	80	20 30 dní po výsadbě	-

V humidnějších oblastech s promyvným nebo periodicky promyvným vodním režimem půd se dělí také výsledný normativ dusíku pro brambory, zejména pro pozdní odrůdy.

Pokud je dávka po dělení nižší než 10 kg N.ha⁻¹, neaplikuje se samostatně, ale spojí se s dávkou následující. Dávky 10 - 19 kg.ha⁻¹ se zaokrouhlují na 20 kg.ha⁻¹. Pro každou aplikaci je potřeba zvolit správný termín a vhodné dusíkaté hnojivo.

Zásady použití dusíkatých hnojiv

Do kyselejších a těžkých půd jsou vhodnější hnojiva s nitrátovým dusíkem (**ledky**), ty také působí dobře v suchých podmínkách. Ke hnojení **alkalických půd** se hodí **síran amonný**. **Do propustných půd** v promyvných podmínkách jsou vhodnější hnojiva **s amonnou formou** dusíku. Za univerzální je možno považovat hnojiva s více formami dusíku.

Pro zajištění dobrého efektu je třeba **hlavní podíl dusíku** v hnojivech aplikovat **těsně před vegetací** a během vegetace používat nižších jednorázových dávek dusíku, zejména na lehkých půdách.

Na úrodných, humózních půdách s optimální hodnotou pH není třeba hnojit luskoviny dusíkem. Pouze v aridních podmínkách na lehkých půdách lze použít startovací dávku 40 - 50 kg N.ha⁻¹, zejména pro sóju a fazol.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podobně se dusíkem nehnojí ani dobře zapojené porosty jetelovin. K aplikaci startovací dávky do 40 kg N.ha⁻¹ se přistupuje výjimečně, jen u špatně přezimovaných porostů, u porostů, které se špatně vyvíjejí, po sklizni krycí plodiny, a nebo při výsevu jetelovin bez krycí plodiny.

Je-li jetelovina vysévána jako **podsev**, snižuje se dávka pro krycí plodinu o 35 – 45 %.

Jetelotravní porosty se zpravidla hnojí dusíkem až od 2. užitkového roku, kdy v porostu začnou převládat trávy.

Při pěstování **luskoobilních směsek** s vyšším podílem luskoviny je možno snížit dávku dusíku na polovinu.

U **sladovnického ječmene** by s ohledem na technologickou jakost zrna neměla výsledná dávka dusíku přesáhnout 60 kg.ha⁻¹.

Dávka dusíku **pro přadný len** by neměla přesáhnout 40 kg.ha⁻¹ a **pro olejný len** 60 kg.ha⁻¹.

Příklady

Příklad 11 Plán hnojení dusíkem

Výše **základního normativu** vychází z plánovaného výnosu, který volíme s ohledem na půdně-klimatické podmínky, a z odběru dusíku tunou produktu a ekvivalentního podílu vedlejšího produktu.

plodina	produkt	odběr živin (kg.t ⁻¹)			
		N	P	K	Mg
hrách	lusky	(8)	1,1	6,6	1,0
pšenice ozimá	zrno	25	5,0	19,9	2,4
brambory	hlízy	5,0	0,87	6,6	0,90
ječmen jarní	zrno	26	5,2	19,9	1,8

Pro hrách tedy činí 4 t.ha⁻¹ * 8 kg.t⁻¹ = **32 kg.ha⁻¹** (nicméně vzhledem ke schopnosti bobovitých získávat díky hlízkovým bakteriím dusík z půdního vzduchu se obvykle dusíkem k hrachu nehnojí), **pro pšenici** 5 t.ha⁻¹ * 25 kg.t⁻¹ = **125 kg.ha⁻¹**, **pro brambory** 22 t.ha⁻¹ * 5 kg.t⁻¹ = **110 kg.ha⁻¹** a **pro ječmen** 4,5 t.ha⁻¹ * 24 kg.t⁻¹ = **108 kg.ha⁻¹**.

Základní normativ pak můžeme upravit podle stanoviště, podle aplikovaných organických hnojiv, podle pěstovaných předplodin a podle potřeby upravit poměr C:N slámy obilnin zapravované do půdy.

ZÁKLADNÍ NORMATIV	+ N na suchých stanovištích a na chudých půdách	VÝSLEDNÝ NORMATIV
	- N na úrodných půdách s optimálními vláhovými poměry	
	- N dodaný v org. hnojivech	
	- N dodaný předplodinou	
	- N při vysokém obsahu N _{min} v půdě	
	+ N na vyrovnání širokého poměru C:N některých org. hnojiv	

Hospodaříme-li v podmínkách bramborářského výrobního typu, subtypu pšeničném či ječném, je korekce základního normativu na stanoviště rovna 0.

U korekcí základního normativu na organické hnojení je jasné, že odpočet dusíku v 1. roce po aplikaci hnojiva bude k dispozici plodině, ke které bylo zapraveno. Pak je třeba správně vyhodnotit, které plodině bude k dispozici množství dusíku uvolněné z daného hnojiva ve 2. roce.

(V praxi bychom připočetli z plánu hnojení z předchozího roku odpočty dusíku ve 2. roce působení hnojiv aplikovaných v předchozím roce. V našem případě budeme uvažovat, že s hospodařením nezačínáme, tedy hospodaříme již několik let, a že pěstujeme stále tytéž plodiny a používáme stále tatáž organická hnojiva ve stejných dávkách. Pak je námi vypočtený odpočet ve 2. roce shodný s tím, který bychom v praxi přepsali z plánu hnojení z minulého roku.)

hon čís.	plodina	výměra (ha)	dávka organ. hnojiv (t.ha ⁻¹)	odpočet živin v 1. roce po apl. org. hnojiv (kg.ha ⁻¹)			odpočet živin ve 2. roce po apl. org. hn. (kg.ha ⁻¹)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	hrách	10	2,7 (sláma ječmene)	10	0	10	0	0	10
2	pšenice ozimá	10	4 (sláma hrachu)	25	10	20	10	10	20
3	brambory **	10	4 (sláma pšenice)	10	0	15	10	0	15
3	brambory **	10	15 (zelené hnojení)	-	-	-	-	-	-
3	brambory **	10	11 (hnůj)	15	10	30	10	10	30
celkem pro brambory				25	10	45	20	10	45

Pokud si představíme rotaci plodin v osevním postupu, je zřejmé, že na honu, kde je hrách, byl minulý rok ječmen, na honu, kde je pšenice, byl v minulém roce hrách, a tak pšenice bude mít k dispozici i živiny, které se ve 2. roce uvolní z hnojiv aplikovaných hrachu, tedy z ječmenné slámy. V případě dusíku to je 25 kg.ha⁻¹ (sláma hrachu) + 0 kg.ha⁻¹ (sláma ječmene) = **25 kg.ha⁻¹ dusíku** uvolněného **pro pšenici** z organických hnojiv. Obdobně na honu, kde jsou letos brambory, byla v minulém roce pšenice, kromě živin uvolněných v 1. roce z pšeničné slámy a hnoje budou mít tedy brambory k dispozici i živiny uvolněné ve 2. roce z hnojiv aplikovaných pšenici, tedy ze slámy hrachu. Celková korekce na organická hnojiva **pro brambory** tedy činí 25 kg.ha⁻¹ + 10 kg.ha⁻¹ = **35 kg.ha⁻¹**.

Dusík uvolněný z pšeničné slámy a hnoje ve 2. roce po aplikaci ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) je pak k dispozici plodině následující po bramborách, a to ječmenu.

hon čís.	plodina	výměra (ha)	plán. výnos ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	zákl. normativ N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	korekce zákl. normativu podle ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)				výsledný normativ N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
					stanoviště	org. hnojení	předplodiny	ostatní	
1	hrách	10	4	(32)	0	-10	0	+32	32
2	pšenice ozimá	10	5	125	0	-25	-15	0	85
3	brambory **	10	22	110	0	-35	0	0	75
4	ječmen jarní	10	4,5	108	0	-20	0	0	88
celková potřeba N v OP									280

Kromě slámy hrachu zůstává v půdě i významné množství kořenů, z nichž se uvolní ještě další podíl dusíku. U pšenice tedy můžeme uplatnit i korekci na hrách coby předplodinu.

plodina	množství dusíku využitelného následnými plodinami ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	
	v 1. roce	ve 2. roce
luskoviny	15	-

Mezi ostatní korekce počítáme snížení základního normativu v případě, že se analýzou půdy potvrdí vyšší obsah minerálního dusíku, nebo zvýšení základního normativu o množství nutné pro rozklad slámy obilnin. To se v našem příkladu týká honu 1, kde bude po ječmeni pěstován hrách. Dávka dusíku, která vyrovnává **nevýhodný poměr C:N slámy** obilnin, je $8 - 10 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$. Aplikujeme-li slámu v dávce $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, je pak potřebná **dávka dusíku** $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} * 8 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} = 32 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ačkoli se k hrachu obvykle dusíkem nehnojí, tuto dávku aplikujeme, protože není určena rostlinám, ale půdnímu mikroedafonu pro rozložení slámy. Narozdíl od korekcí na organická hnojiva, které představují množství dusíku, který není třeba dodávat, a které tedy od základního normativu odečítáme, je třeba dávku pro rozklad slámy dodat navíc, nad rámec potřeby rostlin, korekci tedy musíme k základnímu normativu přičíst. Dalším honem, na kterém zadržujeme slámu obilnin, je hon 3. Vzhledem k tomu, že kromě pšeničné slámy aplikujeme pro brambory i hnůj a zelené hnojení, upravují poměr C:N do značné míry tato další hnojiva, a proto není třeba dodávat dusík pro rozklad slámy v minerálních hnojivech. Korekci základního normativu tedy neuplatníme.

Výsledný normativ je pak roven základnímu normativu upravenému o všechny relevantní korekce, v případě **pšenice** například $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} - 25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} - 15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 85 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Představuje dávku dusíku, kterou musíme aplikovat v minerálních hnojivech, protože není rostlinám k dispozici ani z půdní zásoby, ani z aplikovaných organických hnojiv, ani z jiných zdrojů, a pokud bychom ji nedodali, pšenice by nemohla dosáhnout požadovaného výnosu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzhledem k délce vegetační doby a k požadavkům jednotlivých plodin na množství dusíku v různých fenologických fázích je v některých případech nutno **dávku dusíku rozdělit**. V našem případě se dělení dávky týká obilnin. U **pšenice** ozimé aplikujeme půl základního normativu ($85 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} / 2 = 42,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) jako **regenerační hnojení** na jaře, **zbytek** pak jako **produkční přihnojení**. U **ječmene jarního** pak 60 % základního normativu ($88 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} * 0,6 = 52,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) aplikujeme **před setím**, **zbytek** ($88 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} - 52,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 35,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) pak jako **produkční přihnojení**.

hon čís.	plodina	výměra (ha)	plán. výnos (t.ha ⁻¹)	výsledný normativ N (kg.ha ⁻¹)	dělení výsledného normativu N															
					dávka N (kg.ha ⁻¹)/ druh hnojiva/dávka hnojiva (kg.ha ⁻¹) / t.hon ⁻¹															
					základní hnojení		přihnojení první			přihnojení druhé										
1	hrách	10	4	32	32															
2	pšenice ozimá	10	5	85					42,5						42,5					
3	brambory **	10	22	75	75															
4	ječmen jarní	10	4,5	88	52,8					35,2										

Zbývá už jen vybrat vhodné hnojivo, vypočítat odpovídající dávku (viz [Příklad 3](#)) a zanést do [příloh 6 a 10](#).

Plán hnojení fosforem

Vzhledem k tomu, že **fosfor** v rostlinách působí zejména jako **nositel energie** a jako takový se podílí na řadě chemických procesů a na **tvorbě zásob** energie v semenech, **většina pěstovaných plodin je na něj poměrně náročná**. Nejvyšší nároky má cukrovka (včetně sazečky, cukrovky na semeno), čekanka a krnná řepa. Dost náročné jsou obilniny, luštěniny, luskoviny, jeteloviny a jetelotravní směsky, olejnin, ze zelenin košťáloviny a plodová zelenina. Naopak poměrně nízké nároky mají brambory, cibulová, kořenová a listová zelenina.

Jak ukazují výsledky pokusů, převážnou část fosforu rostliny přijímají z půdní zásoby (85 - 90 %), přímo z aplikovaných hnojiv využijí jen 10 - 15 %.

Přístupnost fosforu ovlivňuje komplex půdních vlastností, zejména hodnota pH, teplota a vlhkost půd, stupeň nasycení půdního sorpčního komplexu, sorpční kapacita půdy, obsah specifických humusových látek.

Poutání fosforu v půdě probíhá třemi způsoby:

- fyzikálně chemickou neboli výměnnou adsorpcí** - poutání fosfátových iontů na povrchu jílových a koloidních částic
- biologickou sorpcí** - imobilizace fosforu životní činností mikroorganismů
- chemickou sorpcí**
 - v půdách kyselých srážení fosfátových iontů z půdního roztoku trojmocnými kationty Al^{3+} a Fe^{3+} za vzniku těžce rozpustných fosfátů (zvrhávání fosforu)
 - v půdách neutrálních a alkalických (někdy i slabě kyselých s nasyceným půdním sorpčním komplexem) srážení dvojmocnými kationty za vzniku méně rozpustných sekundárních anorganických fosfátů (retrogradace fosforu)

Z hlediska přístupnosti fosforu rostlinám je žádoucí **potlačit nežádoucí chemickou sorpci** a naopak vytvořit **podmínky pro mineralizaci organické hmoty a pro sorpci výměnnou**. Pozitivní účinky má v tomto ohledu zejména organické hnojení půd. Fosfor zlepšuje produktivitu všech endoergických pochodů, především humifikace, čímž podporuje vznik kvalitních huminových látek. Půdní humus zároveň zpětně zlepšuje využitelnost fosforu z půdních zásob i z aplikovaných hnojiv tím, že váže fosfáty labilnějšími organickými vazbami a že vyvazuje vápník. Tím prodlužuje dobu, po kterou mohou být rozpustné formy fosforu přítomny v půdním roztoku a odtud čerpány rostlinami. Protože vazba mezi fosfátem a organickou složkou je bohatá energií, je zároveň málo stabilní a fosfátový iont se z těchto látek snadno uvolňuje a stává se pro rostliny dobře využitelný.

Bohužel ani výměnná vazba na jílové částice nechrání zcela fosfor před ztrátami. Mohou totiž podléhat povrchové erozi a spolu s dusíkem může vyvolávat eutrofizaci vod toků a jezer. Na ní se však značně podílí i znečištěné odpadní vody (vesnice) a malé průmyslové podniky.

Zásady použití fosforečných hnojiv

Hnojení fosforem je vhodné provádět **zároveň se zaorávkou organických hnojiv**. Docílíme tím **rovnoměrnější zapravení** fosforu do celého orničního profilu a **lepšího využití fosforu**. Při zapravení fosforu do vlhčího prostředí hlubších vrstev je retrogradace fosforu z hnojiv pozvolnější, což umožňuje vyšší a rychlejší příjem fosforu rostlinou. Dodaná organická hmota navíc chrání fosfor před chemickými reakcemi, jejichž produkty jsou nerozpustné, a tedy rostlinám nepřístupné.

Na půdách s **optimálním pH** je možné aplikovat všechna fosforečná hnojiva s vodorozpustným fosforem, popř. i s fosforem rozpustným v citranu amonném a v kyselině citrónové. Je možno **hnojit zásobně** (dávka je součtem dávek na následující 2 až 3 roky).

Na půdách kyselých (pH pod 5,0) je výhodné aplikovat **mleté fosfáty, popř. hyperfosfáty**, volí se **každoroční aplikace**, zásobní hnojení není vhodné. Hnojení fosforem na kyselých půdách musí v dostatečném předstihu **předcházet vápnění**.

Při hnojení fosforečnými hnojivy je **třeba zohlednit obsah cizorodých prvků**, zejména kadmia. Tento je u nás limitován obsahem 50 g Cd na 1 t P_2O_5 . Pro použití fosforečných hnojiv platí tyto zásady:

1. na půdách kontaminovaných Cd používat hnojiva s velmi nízkým obsahem Cd (superfosfát Kola aj.).
2. na půdách nekontaminovaných Cd:
 - nepřekročit průměrnou dávku 3 g Cd.ha⁻¹ za rok,
 - při zásobním (a melioračním) hnojení nesmí být jednorázová dávka Cd vyšší než 9 g Cd.ha⁻¹ za rok

Příklady

Příklad 12 Plán hnojení fosforem

Postup při výpočtu základního normativu je obdobný jako v plánu hnojení dusíkem. Je však třeba přepočítat obsah v čistém P na oxidovou formu živiny (P_2O_5).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přepočet: $P * 2,29 = P_2O_5$

plodina	produkt	odběr živin (kg.t ⁻¹)			
		N	P	K	Mg
hrách	lusky	(8)	1,1	6,6	1,0
pšenice ozimá	zrno	25	5,0	19,9	2,4
brambory	hlízy	5,0	0,87	6,6	0,90
ječmen jarní	zrno	26	5,2	19,9	1,8

Pro hrách je tedy **základní normativ** $1,10 \text{ kg.t}^{-1} * 2,29 * 4 \text{ t.ha}^{-1} = \mathbf{10,076 \text{ kg.ha}^{-1}}$. Pro ostatní plodiny je výpočet obdobný.

Základní normativ pak upravují korekce na organické hnojení a podle zásoby fosforu v půdě podle AZZP.

ZÁKLADNÍ NORMATIV	- P dodaný v org. hnojivech	VÝSLEDNÝ NORMATIV
	- P při vysokém nebo velmi vysokém obsahu P v půdě	
	+ P při nízkém nebo vyhovujícím obsahu P v půdě	

Při výpočtu **korekcí na organická hnojiva** nesmíme zapomenout, že živiny, které se uvolní z hnojiva ve 2. roce po aplikaci, budou k dispozici plodině následně.

hon čís.	plodina	výměra (ha)	dávka organ. hnojiv (t.ha ⁻¹)	odpočet P ₂ O ₅ po apl. org. hnojiv (kg.ha ⁻¹)	
				v 1. roce po apl. org. hnojiv	ve 2. roce po apl. org. hnojiv
1	hrách	10	2,7 (sláma ječmene)	3,24 0	3,24 0
2	pšenice ozimá	10	4 (sláma hrachu)	8 10	8 10
3	brambory **	10	4 (sláma pšenice)	4,8 0	4,8 0
3	brambory **	10	15 (zelené hnojení)	-	-
3	brambory **	10	11 (hnůj)	11 10	11 10
celkem pro brambory				10	10

Například 10 kg P₂O₅.ha⁻¹, který se uvolní ve 2. roce ze slámy hrachu zaorané pro pšenici, bude k dispozici bramborám. Přičteme ho k množství P₂O₅, který se uvolní z hnojiv aplikovaných bramborám, **celková korekce na organická hnojiva pak pro brambory bude činit 10 kg.ha⁻¹**



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

(sláma hrachu) + 0 kg.ha⁻¹ (sláma pšenice) + 10 kg.ha⁻¹ (hnůj) = **20 kg P₂O₅.ha⁻¹**. Výpočet odpočtů pro další plodiny je obdobný.

Pro výpočet korekcí podle obsahu fosforu v půdě podle AZZP se vychází z jeho obsahu na každém honu zvlášť. Obsah je třeba zhodnotit podle následující tabulky:

obsah (mg.kg ⁻¹)	fosfor	korekce dle AZZP
nízký	do 50	+ 50 %
vyhovující	51 - 80	+ 25 %
dobrý	81 - 115	0 %
vysoký	116 - 185	-100 %
velmi vysoký	nad 185	-100 %

V našem případě je na 1. a 4. honu vysoký obsah fosforu v půdě, pro hrách a ječmen tedy můžeme hnojení fosforem vynechat. Na 2. a 3. honu navýšíme základní normativ o množství fosforu, které obohatí půdní zásobu, abychom časem dosáhli dobrého obsahu P na všech honech.

hon č.	plodina	půdní druh	obsah přístupného P v půdě		
			mg.kg ⁻¹	hodnocení	korekce
1	hrách	L	116	vysoký	-100 %
2	pšenice ozimá	L	72	vyhovující	+25 %
3	brambory **	S	45	nízký	+50 %
4	ječmen jarní	S	120	vysoký	-100 %

Výsledný normativ vypočítáme tak, že od základního normativu odečteme množství fosforu dodané organickým hnojením a připočteme množství fosforu, které je potřeba dodat nad rámec potřeby plodin pro úpravu obsahu v půdě. **Pro pšenici** bude třeba doplnit v minerálních hnojivech toto množství P₂O₅: 58 kg.ha⁻¹ - 10 kg.ha⁻¹ + 14,5 kg.ha⁻¹ = **62,5 kg.ha⁻¹**. **Pro brambory** je výsledný normativ 44 kg.ha⁻¹ - 20 kg.ha⁻¹ + 22 kg.ha⁻¹ = **46 kg.ha⁻¹**.

hon čís.	plodina	výměra (ha)	plán. výnos (t.ha ⁻¹)	základní normativ P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	korekce zákl. normativu (kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) podle		výsledný normativ P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	druh hnojiva	dávka hnojiva		termín aplikace
					organ. hnojení	zásoby P podle AZZP			kg.ha ⁻¹	t.hon ⁻¹	
1	hrách	10	4	10	0	-100 %	0				
2	pšenice ozimá	10	5	58	-10	+25 % +14,5	62,5				
3	brambory **	10	22	44	-20	+50 % +22	46				
4	ječmen jarní	10	4,5	54	-10	-100 %	0				
celkem											

Výsledný normativ pak přepočteme na dávku vhodně zvoleného hnojiva (viz *Příklad 3*) a doplníme

termín aplikace, vše zapíšeme do přílohy 7. Celkové potřebné množství hnojiv pak zaneseme do přílohy 10.

Plán hnojení draslíkem

Mezi plodiny náročné na draslík patří zejména:

- cukrovka (i sazečka, na semeno)
- krmná řepa
- čekanka dále pak:
- brambory
- kukuřice na zrno, na zeleno i na siláž
- hořčice na zeleno i na zrno
- proso
- řepka ozimá
- mák
- slunečnice
- len olejný i přadný
- plodová zelenina

V plánu hnojení draslíkem je potřeba kromě draslíku aplikovaného v organických hnojivech a obsahu draslíku v půdě zhodnotit také **poměr K:Mg**. I v půdách dobře zásobených hořčíkem totiž může docházet k nedostatečné výživě tímto prvkem, pokud je obsah draslíku výrazně vyšší. V takových podmínkách rostliny přednostně přijímají draslík. Důsledkem je nevhodný poměr obou živin v rostlinných produktech, který je obzvláště nežádoucí u píce, neboť může být příčinou řady metabolických poruch hospodářských zvířat. Proto je třeba provést **korekci základního normativu: omezit či úplně vynechat hnojení draslíkem a dávku hořčíku naopak navýšit**, aby byly uspokojeny potřeby rostlin a zvýšil se obsah Mg v půdě, což se snížením obsahu draslíku povede k optimalizaci poměru K:Mg.

hodnota poměru K:Mg	charakteristika	korekce základního normativu (%)	
		K	Mg
< 1,6	dobrý	0	0
1,6 - 3,2	vyhovující	-50	+25
> 3,2	nevyhovující	-100	+50

Zásady použití draselných hnojiv

Vzhledem k tomu, že draselná hnojiva jsou dobře rozpustná ve vodě, draslík z nich se **snadno** dostává **do půdního roztoku a výměnně se váže** na půdní sorpční komplex. Na nasycených půdách tak ze sorpčního komplexu do půdního roztoku vytěsňuje vápník a hořčík, na půdách sorpčně nenasycených pak vodíkové kationty.

V sortimentu převažují draselná **hnojiva chloridového typu**. Používají se na všechny druhy půd, ale méně vhodné

jsou na půdy silně kyselé (odvápněné) s nízkým nebo žádným obsahem CaCO_3 a na půdy náchylné na kornatění (vysoký obsah Na).

V půdách sorpčně nenasycených dochází při vazbě draslíku na půdní sorpční komplex k vytěsnění H^+ , který s Cl^- vytváří HCl , která půdu silně okyseluje. Proto musíme tento negativní projev hnojení draslíkem eliminovat vápněním takovýchto půd (na vyvázání 100 kg chlóru je v půdě zapotřebí 56,5 kg Ca).

V půdách nasycených dochází po uvolnění Cl^- k následné reakci s Ca^{2+} nebo Mg^{2+} a díky značné pohyblivosti chloridů v půdním profilu k jejich vyplavení z kořenové zóny. Tím sice půda ztrácí dvojmocné kationty, na druhou stranu se tak eliminuje negativní vliv chlóru na rostliny. Mezi **rostliny citlivé na obsah chlóru** v půdním roztoku řadíme ovocné stromy, révu vinnou, chmel, drobné ovoce, jahody, brambory, rajčata, tabák, leguminózy, okurky, papriky, cibule, konopí a většina druhů čeledi *Brassicaceae*.

K těmto plodinám aplikujeme přednostně hnojiva síranového typu. V případě, že jsme nuceni k plodinám citlivým na chlór použít hnojiva chloridového typu, aplikaci provedeme na podzim, aby došlo k vyplavení chlóru.

Doba aplikace draselných hnojiv:

- na **lehkých písčitých půdách** zejména v humidní oblasti zapravíme kulturačním nářadím v rámci **předsetové přípravy** půdy,
- na **středních a těžkých půdách** je možno draselná hnojiva aplikovat **na podzim** pro jařiny a zapravit orbou (zejména pro plodiny citlivé na chlór),
- na středních a těžkých půdách **s dobrou fixační schopností, s pH nad 5,5** a nízkou zásobou draslíku lze použít **zásobní hnojení draslíkem**. Přitom draselná hnojiva zapravujeme orbou, nejlépe společně s fosforečnými hnojivy a chlévským hnojem.

Na kyselých lehkých půdách s pH pod 5,5 není vhodné zásobní hnojení draslíkem.

Draselná hnojiva **lze aplikovat také na list** např. na louky a pastviny, na vojtěšku a vojtěškotravní směsi, a to nejlépe brzy na jaře, na rovinném terénu i na podzim.

Příklady

Příklad 13 Plán hnojení draslíkem

Při výpočtu základního normativu je třeba přepočítat obsah v čistém K na oxidovou formu živiny (K_2O).

Přepočet: $\text{K} * 1,2 = \text{K}_2\text{O}$

plodina	produkt	odběr živin (kg.t^{-1})			
		N	P	K	Mg
hrách	lusky	(8)	1,1	6,6	1,0
pšenice ozimá	zrno	25	5,0	19,9	2,4
brambory	hlízy	5,0	0,87	6,6	0,90
ječmen jarní	zrno	26	5,2	19,9	1,8



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pro hrách je tedy **základní normativ** $6,60 \text{ kg.t}^{-1} * 1,2 * 4 \text{ t.ha}^{-1} = \mathbf{31,68 \text{ kg.ha}^{-1}}$. Pro ostatní plodiny je výpočet obdobný.

Základní normativ pak upravují korekce na organické hnojení, podle zásoby K v půdě podle AZZP a na úpravu poměru K:Mg.

ZÁKLADNÍ NORMATIV	- K dodaný v org. hnojivech	VÝSLEDNÝ NORMATIV
	- K při vysokém nebo velmi vysokém obsahu K v půdě	
	+ K při nízkém nebo vyhovujícím obsahu K v půdě	
	- K při nevýhodném poměru K:Mg v půdě	

Při výpočtu **korekcí na organická hnojiva** nesmíme zapomenout, že živiny, které se uvolní z hnojiva ve 2. roce po aplikaci, budou k dispozici plodině následně.

hon čís.	plodina	výměra (ha)	dávka org. hnojiv (t.ha ⁻¹)	odpočet K ₂ O po apl. org. hnojiv (kg.ha ⁻¹)	
				v 1. roce po aplikaci org. hnojiv	v 2. roce po aplikaci org. hnojiv
1	hrách	10	2,7 (sláma ječmene)	9,18 10	9,18 10
2	pšenice ozimá	10	4 (sláma hrachu)	22 20	22 20
3	brambory **	10	4 (sláma pšenice)	13,6 15	13,6 15
3	brambory **	10	15 (zelené hnojení)	-	-
3	brambory **	10	11 (hnůj)	27,5 30	27,5 30
celkem pro brambory				45	45

Například $10 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$, které se uvolní ve 2. roce ze slámy ječmene zaorané pro hrách, bude k dispozici pro pšenici. Zároveň se pro pšenici uvolní $20 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ ze slámy hrachu, korekce na K_2O dodaný v organických hnojivech **pro pšenici** je tedy $10 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1} + 20 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1} = \mathbf{30 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}}$. **Pro brambory** pak budou činit korekce na K_2O dodaný v organických hnojivech $20 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ (ze slámy hrachu aplikované pro pšenici) + $15 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ (sláma pšenice) + $30 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ (hnůj) = $\mathbf{65 \text{ kg K}_2\text{O.ha}^{-1}}$. Výpočet odpočtů pro další plodiny je obdobný.

Při hodnocení obsahu K v půdě pro výpočet korekcí na obsah draslíku dle AZZP je třeba zohlednit půdní druh:

obsah přístupného K v půdě	mg.kg ⁻¹			korekce podle AZZP
	lehká půda	střední půda	těžká půda	



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

nízký	do 100	do 105	do 170	+ 50 %
vyhovující	101 - 160	106 - 170	171 - 260	+ 25 %
dobry	161 - 275	171 - 310	261 - 350	0 %
vysoký	276 - 380	311 - 420	351 - 510	-100 %
velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510	-100 %

Na honu, kde pěstujeme hrách, je **dobry obsah** draslíku, postačí tedy **udržovací dávka** (dávka zajišťující pokrytí potřeby rostlin, tedy dávka rovna základnímu normativu sníženému o ostatní korekce). Na 2. honu přidáme nad rámec potřeby plodiny 25 % základního normativu, abychom zvýšili půdní zásobu draslíku a časem dosáhli zvýšení z obsahu vyhovujícího na dobrý. Ze stejného důvodu zvýšíme základní normativ na 3. honu, kde je nízký obsah K v půdě, o 50 %. Vzhledem k vysokému obsahu K na 4. honu nebudeme pro ječmen hnojit draslíkem.

hon č.	plodina (odrůda)	půdní druh	obsah přístupného K v půdě		
			mg.kg ⁻¹	hodnocení	korekce
1	hrách	L	178	dobry	0 %
2	pšenice ozimá	L	106	vyhovující	+25 %
3	brambory **	S	100	nízký	+50 %
4	ječmen jarní	S	324	vysoký	-100 %

Kromě obsahu K je velmi důležitý i poměr K:Mg, který získáme jako podíl obsahu obou živin v mg.kg⁻¹.

hon č.	plodina	obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)		hodnota poměru K:Mg	korekce základního normativu K
		K	Mg		
1	hrách	178	142	1,3	0
2	pšenice ozimá	106	96	1,1	0
3	brambory **	100	120	0,8	0
4	ječmen jarní	324	165	2,0	-50%

Na 4. honu překračuje poměr K:Mg hodnotu 1,6, lze tedy očekávat problémy ve výživě hořčíkem, a proto je třeba **snížit základní normativ** draslíku (i přesto, že jsme už kvůli vysokému obsahu draslíku konstatovali, že na 4. honu se draslíkem nebude hnojit, pro úplnost tuto korekci uvedeme). Na ostatních honech je poměr K:Mg dobrý, korekci základního normativu není třeba provádět.

hodnota poměru K:Mg	charakteristika	korekce základního normativu (%)	
		K	Mg
< 1,6	dobry	0	0
1,6 - 3,2	vyhovující	-50	+25

>3,2	nevyhovující	-100	+50
------	--------------	------	-----

Výsledný normativ vypočítáme tak, že od základního normativu odečteme množství K_2O dodané organickým hnojením a připočteme množství draslíku, které je potřeba dodat nad rámec potřeby plodin pro úpravu obsahu v půdě a odečteme korekci na optimalizaci poměru K:Mg. **Pro hrách** bude třeba doplnit v minerálních hnojivech toto množství K_2O : $32 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} - 15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 17 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. **Pro pšenici** to bude $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} - 35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} + 30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 115 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. **Pro brambory** je výsledný normativ $176 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} - 65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} + 88 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 199 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

hon. čís.	plodina	výměra (ha)	plán. výnos ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	základní normativ K_2O ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	korekce zákl. normativu ($\text{kg} K_2O \cdot \text{ha}^{-1}$) podle			výsledný normativ K_2O ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	druh hnojiva	dávka hnojiva		termín aplikace
					organ. hnojení	zásoby K podle AZPP	poměru K:Mg			$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$	
1	hrách	10	4	32	-15	0 %	0 %	17				
2	pšenice ozimá	0	5	120	-35	+25 % + 30	0 %	115				
3	brambory **	10	22	176	-65	+50 % +88	0 %	199				
4	ječmen jarní	10	4,5	108	-45	-100 %	-50 % -54	0				
celková potřeba K hnojiv												

Následuje výběr vhodného hnojiva a výpočet potřebných dávek (viz *Příklad 3*), které uvedeme v *příloze 8*, a jejich součet pak v *příloze 10*.

Plán hnojení hořčíkem

Mezi plodiny náročné na hořčík patří zejména:

- cukrovka (i sazečka, na semeno)
- krmná řepa
- čekanka dále pak:
- brambory
- cibuloviny
- kořenová zelenina
- košťáloviny
- listová zelenina
- plodová zelenina
- jetel a jetelotravní směsky
- kmín
- vojtěška

Hořčík je vhodné dodávat do půdy zejména vápenato-hořečnatými hnojivy. Vzhledem k vysokým dávkám hnojiv, které se aplikují pro uhrazení potřeby vápnění, bývá takto dodaná dávka hořčíku obvykle postačující.

V plánu hnojení hořčíkem je třeba započítat korekci na množství hořčíku aplikované při vápnění a při hnojení draselnými hnojivy obsahujícími hořčík a korekci upravující nevhodný poměr K:Mg.

hodnota poměru K:Mg	charakteristika	korekce základního normativu (%)	
		K	Mg
< 1,6	dobrý	0	0
1,6 - 3,2	vyhovující	-50	+25
> 3,2	nevyhovující	-100	+50

Zásady použití hořečnatých hnojiv

Při vypracovávání plánu hnojení je třeba **zohlednit množství hořčíku**, které aplikujeme do půdy jako **součást vápenatých a draselných hnojiv**.

Pokud je zásoba hořčíku v půdě nízká a nedostává se finančních prostředků na nákup hnojiv, doporučuje se provést **alespoň foliární aplikaci hořčíkem**. K tomu účelu se obzvláště hodí řada kapalných hořečnato-dusíkatých hnojiv, protože nitrátový anion působí příznivě na příjem hořčíku, použít však lze i čistě hořečnatá hnojiva.

Příklady

Příklad 14 Výpočet množství MgO dodaného při vápnění

(viz *Příklad 3 Plán vápnění*)

V plánu vápnění jsme vypočítali dávku mletého vápence, který budeme aplikovat k hrachu. Tato dávka činí 1984 kg hnojiva s obsahem 2,2 % MgO.

1984 kg DV 100 %
x kg MgO 2,2 %

$$x : 1984 = 2,2 : 100$$

$$x = 43,648 \text{ kg MgO}$$

Dávka mletého vápence dodá do půdy také 43,6 kg MgO, o které je možno snížit základní normativ. Obdobně by se vypočítalo množství MgO, které bylo dodáno do půdy při hnojení draselnými hnojivy obsahujícími hořčík.

Příklad 15 Plán hnojení hořčíkem

Stejně jako u ostatních živin se i u výpočtu základního normativu hořčíku vychází z plánovaného výnosu a množství hořčíku, které daná plodina potřebuje pro tvorbu 1 tuny výnosu. Protože je základní normativ uváděn v oxidové formě, musíme odběr Mg plodinou přepočítat na MgO.

$$\text{Přepočet: Mg} \cdot 1,66 = \text{MgO}$$

plodina	produkt	odběr živin (kg.t ⁻¹)			
		N	P	K	Mg
hrách	lusky	(8)	1,1	6,6	1,0
pšenice ozimá	zrno	25	5,0	19,9	2,4
brambory	hlízy	5,0	0,87	6,6	0,90
ječmen jarní	zrno	26	5,2	19,9	1,8

Základní normativ pro hrách je $1 \text{ kg.t}^{-1} * 1,66 * 4 \text{ t.ha}^{-1} = \mathbf{6,64 \text{ kg.ha}^{-1}}$. Pro ostatní plodiny je výpočet obdobný.

V plánu hnojení hořčíkem se pak uplatňují korekce základního normativu na hořčík dodaný ve vápenatých a draselných hnojivech, korekce podle zásoby hořčíku v půdě a podle poměru K:Mg v půdě.

ZÁKLADNÍ NORMATIV	- Mg dodaný do půdy vápenatými nebo draselnými hnojivy	VÝSLEDNÝ NORMATIV
	- Mg při vysokém nebo velmi vysokém obsahu Mg v půdě	
	+ Mg při nízkém nebo vyhovujícím obsahu Mg v půdě	
	+ Mg při nevýhodném poměru K:Mg v půdě	

Při vápnění jsme do půdy dodali $43,6 \text{ kg.ha}^{-1}\text{MgO}$ (viz [Příklad 14](#)).

Při hodnocení obsahu Mg v půdě pro výpočet korekcí na obsah hořčíku v půdě dle AZZP je třeba zohlednit půdní druh:

obsah přístupného Mg v půdě	mg.kg ⁻¹			korekce podle AZZP
	lehká půda	střední půda	těžká půda	
nízký	do 80	do 105	do 120	+ 50 %
vyhovující	81 - 135	106 - 160	121 - 220	+ 25 %
dobry	136 - 200	161 - 265	221 - 330	0 %
vysoký	201 - 285	266 - 330	331 - 460	-100 %
velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460	-100 %

hon č.	plodina (odrůda)	půdní druh	obsah přístupného Mg v půdě		
			mg.kg ⁻¹	hodnocení	korekce
1	hrách	L	142	dobry	0 %
2	pšenice ozimá	L	96	vyhovující	+25 %



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3	brambory **	S	120	vyhovující	+25 %
4	ječmen jarní	S	165	dobrý	0 %

Na **1. a 4. honu** je obsah hořčíku **dobrý**, takže korekce podle obsahu Mg v půdě se neuplatní. Na **2. a 3. honu** je třeba **navýšit základní normativ o 25 %**, aby se postupně zvýšil obsah z kategorie vyhovující na dobou zásobu.

Jak jsme již zjistili v plánu hnojení draslíkem, je na **4. honu** pouze vyhovující hodnota poměru K:Mg. Zde je tedy nutno **omezit draselné hnojení a naopak navýšit základní normativ hořčíku**, abychom časem dosáhli dobrého poměru K:Mg, který zaručuje harmonickou výživu oběma prvky.

hon č.	plodina	obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)		hodnota poměru K:Mg	korekce základního normativu Mg
		K	Mg		
1	hrách	178	142	1,3	0
2	pšenice ozimá	106	96	1,1	0
3	brambory **	100	120	0,8	0
4	ječmen jarní	324	165	2,0	+25 %

Základní normativ navýšíme o korekce podle obsahu Mg v půdě a na úpravu poměru K:Mg a snížíme o množství Mg dodané v jiných hnojivech.

on čís.	plodina	výměra (ha)	plán. výnos (t.ha ⁻¹)	zákl. normativ N (kg.ha ⁻¹)	korekce zákl. normativu podle (kg.ha ⁻¹)			výsledný normativ Mg (kg.ha ⁻¹)	druh hnojiva	dávka hnojiva		termín aplikace
					Mg při vápnění	zás. Mg podle AZPP	poměru K:Mg			kg.ha ⁻¹	t.hon ⁻¹	
1	hrách	10	4	6,64	-43,6	0 %	0 %	0				
2	pšenice ozimá	10	5	20	0	+25 % +5	0 %	25				
3	brambory **	10	22	33	0	+25 % +8,25	0 %	41,3				
4	ječmen jarní	10	4,5	13,5	0	0 %	+25 % 3,375	16,9				
celková potřeba Mg hnojiv												

Následuje výběr vhodného hnojiva a výpočet potřebné dávky (viz [Příklad 3](#)), které uvedeme v [příloze 9](#), celkové potřebné množství hnojiv uvedeme v [příloze 10](#).

Zásady míchání minerálních hnojiv

V některých případech je potřeba aplikovat ve stejnou dobu různá jednoduchá minerální hnojiva. Jejich smícháním můžeme ušetřit práci i náklady na jejich rozmetání a zabezpečit rovnoměrnější hnojení příslušnými živinami. Při míchání hnojiv ale nesmí dojít ke ztrátám živin v důsledku chemické reakce, ke snížení jejich účinnosti, ani ke zhoršení fyzikálních vlastností, a tím snížení



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně

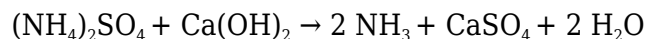


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

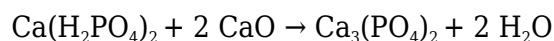
rozmetatelnosti.

Proto se nesmí míchat:

1. Hnojiva obsahující čpavkový dusík s hnojivy obsahujícími vápník v žíravé formě, protože jejich vzájemnou chemickou reakcí dochází ke ztrátám dusíku ve formě amoniaku:



2. Hnojiva obsahující vodorozpustný fosfor s hnojivy, která obsahují oxid nebo hydroxid vápenatý, protože dochází k retrogradaci fosforu (přeměně ve vodě rozpustného $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ na nerozpustný $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, fosfor se tedy stává rostlinám nepřístupný).



3. Superfosfát s ledkem vápenatým, protože tvoří mazlavé směsi, což znemožňuje rozmetání, zároveň dochází k retrogradaci fosforu a mohou se uvolňovat oxidy dusíku.

4. Močovina se superfosfátem. Reaguje totiž za vzniku fosfátu močoviny a méně rozpustného monohydrogenfosforečnanu vápenatého.



5. Močovina s hořečnatými hnojivy, vznikají mazlavé směsi.

6. Hnojiva s různou zrnitostí, neboť by při jejich společném rozmetání nebylo možno zajistit rovnoměrnou aplikaci.

Hnojiva, která se nesmějí míchat, se mohou na stejný pozemek aplikovat s časovým odstupem 10 - 14 dnů.

Draselná hnojiva se mohou míchat s hnojivy obsahujícími volný oxid vápenatý až před aplikací, nejvýše 1 - 2 dny, protože po delší době směs tvrdne.

Doporučuje se míchat hnojiva, která po smíchání nepráší (draselná sůl + dusíkaté vápno), a hnojiva, která budou ihned po smíchání rozmetána (močovina + superfosfát + draselná sůl).

U kapalných hnojiv je potřeba se řídit následujícími pravidly:

1. Při mísení NP roztoku (8-24-0) s DAM 390 je potřeba přidávat DAM do NP roztoku. Při opačném postupu by došlo ke srážení.

2. Nesmí se míchat MgN soly s NP roztoky. Došlo by ke vzniku sraženiny.

Současně s kapalnými hnojivy je možno aplikovat vybrané pesticidy, regulátory růstu nebo mikroelementy. Míchání se musí provádět bezprostředně před aplikací a je třeba se řídit pokyny v Metodické příručce ochrany rostlin. Vhodnost míchání se doporučuje ověřit laboratorní



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

zkouškou.

Přepočty mezi různými formami živin

$$\text{Ca} * 1,4 = \text{CaO}$$

$$\text{CaO} * 0,71 = \text{Ca}$$

$$\text{CaO} * 1,79 = \text{CaCO}_3$$

$$\text{CaCO}_3 * 0,56 = \text{CaO}$$

$$\text{P} * 2,29 = \text{P}_2\text{O}_5$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 * 0,44 = \text{P}$$

$$\text{K} * 1,2 = \text{K}_2\text{O}$$

$$\text{K}_2\text{O} * 0,83 = \text{K}$$

$$\text{Mg} * 1,66 = \text{MgO}$$

$$\text{MgO} * 0,60 = \text{Mg}$$

$$\text{MgO} * 2,1 = \text{MgCO}_3$$

$$\text{MgCO}_3 * 0,48 = \text{MgO}$$

Používané pojmy

AZZP

dobytčí jednotka (DJ)

eutrofizace vod

hlavní plodina

hnojivo

hnojůvka

hon

humus

chlévká mrva

chlévký hnůj

imobilizace

kejda

koloidní micela

kompost

krycí plodina

leguminózy

meziplodina

mineralizace

minerální hnojivo

močůvka

organické hnojivo

osevní postup

osevní sled

plánovaný (očekávaný) výnos

plodina

podsev

předplodina

přijatelné (přístupné) živiny

půdní druh

půdní edafon

půdní sorpční komplex

půdní únava

půdní úrodnost



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

rizikové prvky

sláma obilnin

struktura půdy

udržovací hnojení

zásobní hnojení

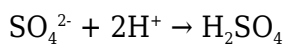
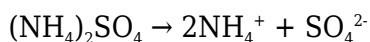
zelené hnojení

AZZP: Agrochemické zkoušení zemědělských půd; pravidelné, systematické, celostátní zjišťování vybraných parametrů půdní úrodnosti na pozemcích podnikatelů v zemědělství nebo vlastníků zemědělské půdy. Probíhá v šestiletých cyklech, je organizováno Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským.

dobytčí jednotka (DJ): ekvivalent zvířete o hmotnosti 500 kg

eutrofizace vod: obohacování vod sloučeninami fosforu a dusíku, které vede k masovému rozvoji zelených řas, rozsivek, sinic apod. Jde o nežádoucí proces, neboť při rozkladu odumřelé biomasy těchto organismů se spotřebovává velké množství kyslíku a některé z nich (zejména sinice) produkují látky toxické pro obratlovce. Obojí vede často k úhynu ryb a dalších vodních živočichů.

fyziologicky kyselá hnojiva: hnojiva, z nichž plodina přednostně odebere pro svou výživu živiny ve formě kationtů, anionty se v půdním roztoku váží s H⁺ za vzniku minerální kyseliny a snižují hodnotu pH půdy, např. síran amonný



hlavní plodina: plodina, jejíž pěstování zaujímá celou nebo podstatnou část vegetační doby, přizpůsobuje se jí výběr předplodiny, způsob přípravy půdy, hnojení

hnojivo: látka způsobilá poskytnout účinné množství živin pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce (Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd)

hnojůvka: tekutina, která vytéká z hnoje v průběhu jeho zrání; tekuté stájové organické hnojivo, bohaté na mikroorganismy

hon: pozemek (případně soubor pozemků) v rámci osevního postupu obhospodařovaný v daném vegetačním období stejným způsobem.

humus: zbytky rostlinných a živočišných těl v různém stupni rozkladu nacházející se na půdě nebo v

půdě a s půdou v různé míře smíšené. Jde o organickou půdní hmotu procházející neustálými změnami, které se odrážejí na změnách chemického složení, vlastností a funkcí v půdě.

Podle stupně rozkladu rozeznáváme:

1. **humusotvorný materiál:** nerozložené organické zbytky (nedávno zapravené posklizňové zbytky, zelené hnojení, sláma,...)
2. **meziprodukty humifikačních procesů:** jednodušší chemické sloučeniny
3. **vlastní humus:** výsledek humifikačních procesů
 1. **humus živný:** převážně poměrně lehce rozložitelné látky (fulvokyseliny a látky nehumínové povahy)
 2. **humus stálý (trvalý):** látky huminové povahy (humínové kyseliny, huminy), odolné vůči mikrobiálnímu rozkladu

chlévká mrva: směs podestýlky s tuhými i tekutými exkrementy hospodářských zvířat

chlévký hnůj: fermentovaná *chlévká mrva*; *organické hnojivo* stájové. Do půdy kromě živin dodává i růstové látky a mikroorganismy, čímž příznivě ovlivňuje biologickou činnost půdy.

Polní hnojiště

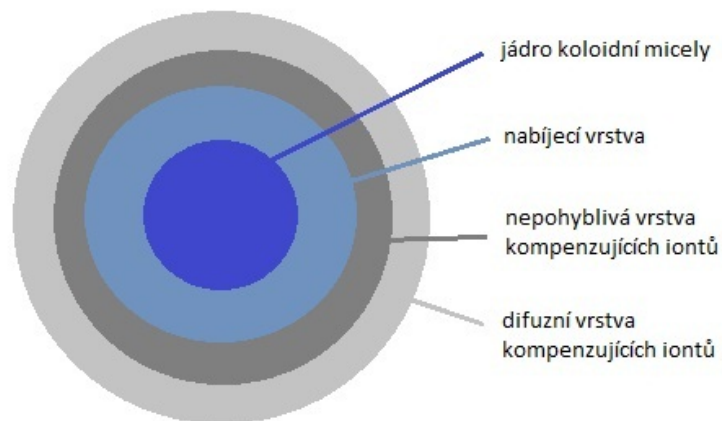


foto Petr Škarpa

imobilizace: převedení prvku do formy, která není přístupná rostlinám

kejda: částečně prokvašená směs pevných a tekutých výkalů hospodářských zvířat chovaných v bezstelivových provozech, částečně zředěná vodou; tekuté stájové *organické hnojivo*

koloidní micela je základní částice *půdního sorpčního komplexu*. Její jádro tvoří minerální nebo organické koloidy, na jejichž povrchu je obvykle záporný náboj (nabíjecí vrstva). Díky němu jsou k micelám přitahovány a poutány kationty, v těsné blízkosti jádra pevně (nepohyblivá vrstva kationtů kompenzujících záporný náboj jádra), s postupující vzdáleností od jádra jsou poutány slaběji a vytvářejí na povrchu micely difuzní vrstvu, z níž mohou být uvolněny výměnou za kationty z půdního roztoku.



Díky schopnosti poutat výměnně kationty je na půdách s vyvinutým půdním sorpčním komplexem možno hnojit draslíkem, vápníkem a hořčíkem zásobně (na několik let dopředu).

kompost: směs organických látek a zeminy, oživená užitečnou mikroflorou, v níž probíhají, nebo již proběhly humusotvorné procesy. Vzhledem k různorodosti výchozích surovin se i výsledné komposty liší obsahem živin. Proto by měl být kompost před aplikací do půdy podroben chemické analýze.

Statkový kompost



foto Petr Škarpa

krycí plodina: plodina, do které je podseta jiná plodina, které v počátku růstu poskytuje krycí plodina ochranu zastíněním

leguminózy: plodiny z čeledi *Fabaceae*, bobovité

meziplodina: plodina pěstovaná v meziorostním období mezi dvěma *hlavními plodinami*

mineralizace: proces rozkladu organických látek až na dále nespalitelné minerální složky. Kromě živin pro potřebu rostlin uvolňují při mineralizaci půdní mikroorganismy z půdní organické hmoty energii nutnou pro své životní pochody i pro syntetické reakce v půdě, které vedou ke vzniku *trvalého humusu*.

minerální hnojivo: hnojivo, v němž jsou deklarované živiny obsaženy ve formě minerálních látek získaných extrakcí nebo jiným fyzikálním nebo chemickým postupem; za minerální hnojivo se považuje také dusíkaté vápno, močovina a její kondenzační a asociační produkty a hnojivo obsahující stopové živiny ve formě chelátů nebo komplexů (*Zákon č. 156/1998 Sb.*, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd)

močůvka: prokvašená moč hospodářských zvířat; kapalně *organické* NK hnojivo s nižším obsahem organických látek, v porovnání s *kejdou* a *hnojůvkou* obsahuje malé množství mikroorganismů

následná plodina: plodina zařazená ve sledu po pěstované plodině

organické hnojivo: *hnojivo*, v němž jsou deklarované živiny obsaženy v organické formě (*Zákon č. 156/1998 Sb.*, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích

a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd)

Podle původu je můžeme rozdělit na:

- statková (vznikají v zemědělské výrobě)
 - stájová (vedlejší produkty při chovu hospodářských zvířat)
 - ze stelivových provozů:
 - *chlévký hnůj*
 - *močůvka*
 - *hnojůvka*
 - z bezstelivových provozů
 - *kejda*
 - ostatní (produkty při pěstování kulturních rostlin)
 - *sláma obilnin*, olejnin, luskovin
 - *zelené hnojení*
 - statkové *komposty*, kompostovaná *chlévká mrva*
 - ostatní organická hmota (rašelina, silážní šťávy,...)
- průmyslová (vznikají mimo zemědělský závod průmyslovou výrobou)
 - průmyslové *komposty*

osevní postup: plánovité střídání plodin pěstovaných na orné půdě, kterým se plně využívá i zvyšuje *půdní úrodnost*. Plodiny se na jednotlivé *hony* zařazují tak, aby dobře využívaly podmínky zanechané předcházející plodinou a vytvářely vhodné podmínky pro *následnou plodinu*.

osevní sled: řazení kultur na stejném *honu* během jediného roku

plánovaný (očekávaný) výnos: výnos, který od dané plodiny očekáváme v daných půdně-klimatických podmínkách. Výše očekávaného výnosu závisí na výběru odrůdy pěstované plodiny (můžeme například volit mezi odrůdou s nejjistějším, byť nižším výnosem, a odrůdou s vyšším, ale méně jistým výnosem), na agrotechnice (od výběru předplodiny a postupů při přípravě půdy, přes způsob hnojení, závlahu, způsob ochrany proti chorobám a škůdcům až po sklizeň), vždy je ale zároveň výrazně ovlivňován klimatickými podmínkami a průběhem počasí (zejména průběhem teplot, úhrnem srážek a jejich rozložením v průběhu roku, přítomností přízemních mrazíků a krup během vegetace, ale do jisté míry i na teplotami a srážkami mimo vegetaci, přítomností sněhové pokrývky v zimním období apod., které mohou například ovlivnit přezimování ozimů a víceletých plodin a výskyt chorob a škůdců v následující sezoně.

plodina: rostlina pěstovaná k hospodářskému využití

podsev: plodina zasetá současně, nebo po zasetí *krycí plodiny* na stejný pozemek. Hlavní růst podsevu nastává po sklizni krycí plodiny.

předplodina: plodina předcházející v *osevním postupu* jiné plodině



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

přijatelné (přístupné) živiny: živiny ve formách, které mohou rostliny přijímat (NH_4^+ , NO_3^- , K^+ , Ca^{2+} , ...)

půdní druh charakterizuje půdu podle procentického zastoupení jednotlivých velikostních frakcí zrn. Pro účely vytvoření plánu hnojení postačuje rozdělení na půdy lehké (písčité a hlinitopísčité), středně těžké (písčitohlinité a hlinité) a těžké (jílovitohlinité, jílovité a jíly).

Lehčí půdy jsou záhřevnější, propustnější pro vodu, ale při nízkých srážkách hrozí rostlinám přísušek, způsobený malou vododržností a nízkou vzlinavostí. Kořeny rostlin mají v lehkých půdách dobré zásobení půdním vzduchem. Na lehkých půdách také snadněji dochází k vyplavování živin, protože obsahují málo jílových minerálů a v důsledku zvýšené *mineralizace* organické hmoty také méně humusových látek, které se podílejí na sorpční *sorpční kapacitě* půdy.

Půdní druh může ovlivnit již výběr pěstovaných plodin. Většina plodin nejlépe prospívá ve středně těžkých půdách. V lehkých půdách se lépe daří cibuli, kořenové zelenině, chřestu a salátu, díky tomu, že jsou záhřevnější, lépe vysychají a umožňují včasnou jarní přípravu, jsou vhodné pro rané kultury. V těžkých půdách, pokud jsou dobře zásobené živinami a vodou, prospívají polopozdní a pozdní košťaloviny a celer.

Na půdním druhu závisí také volba hnojiv a způsob hnojení. Na půdy lehké se aplikují *organická* i *minerální hnojiva* častěji a v menších dávkách, zapravují se hlouběji. Na půdách těžších, kde probíhá mineralizace organické hmoty díky menšímu provzdušnění pomaleji, je možno aplikovat vyšší dávky organických hnojiv s delším časovým odstupem a může se přistoupit k zásobnímu hnojení minerálními hnojivy. Oproti lehkým půdám se hnojiva zapravují hlouběji.

Půdní druh se také zohledňuje při hodnocení obsahu živin v půdě a při stanovení potřeby vápnění.

půdní edafon: organismy žijící trvale, nebo jen dočasně v půdě. Účastní se většiny pochodů přeměn organické hmoty (*mineralizace*, humifikace) i minerálního podílu půdy (biologické zvětrávání), je nezbytný při tvorbě *půdní struktury* (tmelení půdních částic, tvorba agregátů). Tím se tedy podílí na *půdní úrodnosti*.

půdní sorpční komplex: je soubor minerálních a organických půdních koloidů s aktivními povrchy i živých půdních mikroorganismů, který je nositelem sorpčních a iontovýměnných schopností půdy. Je základní podmínkou *půdní úrodnosti*. Umožňuje poutání živin (iontů) v půdě, chrání je před vyplavením a je předpokladem pro zásobní hnojení a vytvoření "staré půdní síly". Protože má jako celek povahu acidoidu (záporný el. náboj), poutá převážně kationty, sorpce aniontů je nesrovnatelně nižší.

Minerální část půdního sorpčního komplexu tvoří zejména jílové minerály acidoidní povahy, které poutají kationty, a amorfní jíly s kladným nábojem, které tvoří pevné komplexy s organickými koloidy, dále koloidní kyselina křemičitá a hydratované seskvioxidy (Al, Fe, Mn) amfoterního charakteru, které v kyselé půdě mají kladný náboj a poutají anionty. Organickou část představují především humusové kyseliny s vysokou sorpční kapacitou pro kationty, v malé míře huminy a humusové uhlí. Za biologickou sorpci jsou zodpovědné půdní mikroorganismy a kořinky rostlin.

půdní únava: stav půdy, při němž vykazují rostliny horší růst. Bývá pozorována zejména při pěstování trvalých kultur (např. nový ovocný sad na místě starého bez změny pěstovaného druhu) nebo při nedodržení požadovaného časového odstupu polní plodiny v osevním postupu. Nejčastěji bývá spojována s jednostranným odčerpáním živin, se změnami v zastoupení půdních mikroorganismů a háráték a s inhibičním působením kořenových výměšků. Prevence spočívá v respektování požadavků plodin na časový odstup v rámci osevního postupu, v pravidelném doplňování organické hmoty do půdy a v pěstování vhodných meziplodin. I v jejich případě je třeba respektovat doporučený časový odstup od plodin ze stejné čeledi, z tohoto pohledu se jeví jako velmi vhodné zařazení svazenky vratičolisté z čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*), neboť mezi polními plodinami nejsou zastoupeny příbuzné rody.

půdní úrodnost: schopnost půdy umožňovat rostlinám růst, vývoj a dosažení žádoucího výnosu, kvality a nezávadnosti produkce (*Zákon č. 156/1998 Sb.*, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd)

rizikové prvky: prvky, jež mohou nepříznivě ovlivnit vlastnosti půdy nebo kvalitu produkce nebo potravní řetězec (*Zákon č. 156/1998 Sb.*, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd)

sláma obilnin se používá jako *organické hnojivo* zejména v provozech bez živočišné výroby nebo v případě bezstelivových provozů živočišné výroby, případně při nadprodukcí slámy. Do půdy ji aplikujeme společně s dusíkatými hnojivy (např. tekutá stájová hnojiva, minerální dusíkatá hnojiva v dávce 10 – 15 kg N.t¹ slámy), jinak by vzhledem k jejímu nevýhodnému poměru C:N (80-100:1) spotřebovaly mikroorganismy na její *mineralizaci* dusík z půdy potřebný pro růst a tvorbu výnosu pěstované plodiny. Půdy, na které se sláma aplikuje, bývají vzdušnější, lépe vysychají, proto se uplatní zejména na půdách těžších.

Pšeničná sláma



struktura půdy: vzájemné prostorové uspořádání agregátů v půdě. Vytvoření optimální struktury nebo její obnovy dosáhneme souborem agrotechnických opatření, zahrnujícím kypření a drobení půdy při vhodné vlhkosti, vápnění, zapravování kvalitních organických *organických hnojiv* a využívání vhodných *osevních postupů* zahrnujících dostatečný podíl zlepšujících plodin.

udržovací hnojení: aplikace takové dávky živiny, která pokrývá odběr dané živiny pro tvorbu *plánovaného (očekávaného) výnosu*. Uplatňuje se na půdách s dobrým obsahem dané živiny, kde zaručuje trvalé udržení této hladiny, nebo u půd s nižší zásobou živin, u nichž nelze bez komplexních melioračních zásahů dosáhnout zvýšením dávky hnojiv trvalejšího zvýšení obsahu živin (extrémně propustné písčité půdy s nízkou sorpční kapacitou).

zásobní hnojení: aplikace takové dávky živiny, která pokrývá požadavky plodin na několik let dopředu. Uplatňuje se na půdách s dobrou sorpční kapacitou a týká se živin, které jsou dobře zadržovány *půdním sorpčním komplexem* (zejména P, K, Ca) a nehrozí tedy jejich vyplavení. Přistupuje se k němu také, pokud je výsledný normativ (obvykle P nebo Mg) příliš nízký a jeho aplikace by byla neekonomická.

zelené hnojení: rostliny vypěstované za účelem zapravení do půdy. Obohacuje půdu zejména o organické látky. Hluboce kořenicí rostliny mohou obohatit orniční vrstvu o živiny, které přemísťují z větších hloubek do nadzemních částí, po zapravení této organické hmoty z ní mohou tyto živiny uvolňovat pro plodiny mělčeji kořenicí. Zelené hnojení z čeledi bobovitých (*Fabaceae*) napomáhá díky symbiotickým hlízkovým bakteriím zpřístupnění molekulárního dusíku (N_2) z půdního vzduchu rostlinám.

Závěr

Tato prezentace postihuje formou teoretického výkladu i konkrétních příkladů význam, principy a postupy výpočtů jednotlivých částí plánů hnojení. Vysvětluje význam osevních postupů, zdůrazňuje význam organických látek v půdě a nutnost jejich doplňování, ukazuje postupy výpočtů potřebných dávek živin i jejich přepočtů na dávky hnojiv, rozebírá, které okolnosti ovlivňují jejich výši.

Pokud porozumíme těmto principům, pomohou nám nejen při rozhodování v otázkách výživy a hnojení polních plodin, ale umožní nám nahlédnout hlouběji do složitých vztahů mezi půdou a rostlinami a pochopit jejich podíl na půdní úrodnosti. Čím lépe tyto vztahy poznáme, tím lepšími hospodáři se budeme moci stát. Řešení plánů hnojení tedy neztrácí význam ani v této době, kdy již existují speciální programy, které jsou schopny na základě zadaných vstupních dat plán hnojení vypočítat.

Seznam modelových příkladů

Příklad 1 Rotace plodin v osevním postupu

Příklad 2 Stanovení roku poslední aplikace organických hnojiv a posledního vápnění na daném honu

Příklad 3 Plán vápnění

Příklad 4 Roční potřeba nahrazení ztrát organických látek

Příklad 5 Bilance organických látek pro podnik s bezstelivovým provozem živočišné výroby

Příklad 6 Bilance organických látek pro podnik se stelivovým provozem živočišné výroby

Příklad 7 Bilance organických látek pro podnik bez živočišné výroby

Příklad 8 Výpočet přísunu organických látek do půdy pěstováním zeleného hnojení

Příklad 9 Volba organických hnojiv a jejich dávek

Příklad 10 Výpočet odpočtů živin z organických hnojiv

Příklad 11 Plán hnojení dusíkem

Příklad 12 Plán hnojení fosforem

Příklad 13 Plán hnojení draslíkem

Příklad 14 Výpočet množství MgO dodaného při vápnění

Příklad 15 Plán hnojení hořčíkem

Použité informační zdroje

Jandák, J., Pokorný, E., Prax, A. Půdoznalství. Vyd. 3., přeprac. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 143 s. ISBN 978-80-7375-445-7.

Komberec, S. Vzory osevních postupů podle výrobních oblastí. *AGRIS*. [online]. 14.12.1999 [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/92980>

Křen, J., Neudert, L. . Zásady střídání plodin a osevní postupy. *MENDELU*. [online]. [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~xcep1/inobio/nove/Agrolesnictvi/Osevni_postupy.pdf

Kvěch, O. *et al.* Osevní postupy. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985, 208 s.

Malý, I. Polní zelinářství. Praha: Agrospoj, 1998, 196 s.

Projekt hnojení. ČZU. [online]. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://kavr.agrobiologie.cz/podklad.pdf>

Richter, R., Hlušek, J., Hřivna, L. Výživa a hnojení rostlin. Praktická cvičení. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1999, 188 s. ISBN 80-7157-346-9.

Ryant, P. *et al.* Multimediální učební texty z výživy rostlin. *MENDELU*. [online]. 2003 [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/index.htm

Ryant, P. *et al.* Multimediální učební texty z výživy hnojení polních plodin. *MENDELU*. [online]. 2004 [cit. 2015-01-20]. http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/index.htm

Škarda, M. Hospodaření s organickými hnojivy. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1982, 328 s.

Škarpa, P.. Organická hnojiva ostatní. *MENDELU*. [online]. 15.8.2013 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <stranka.php?kod=1533> (<stranka.php?kod=1533>)

Škarpa, P.. Organická hnojiva stájová. *MENDELU*. [online]. 15.8.2013 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <stranka.php?kod=1073> (<stranka.php?kod=1073>)

Trávník, K. *et al.* Metodický návod pro hnojení plodin. 5. vydání. Brno: ÚKZÚZ, 2012, 26 s. ISBN 978-80-7401-024-8. Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/publikace/metodicky-navod-pro-hnojeni-plodin.html>

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal>

Vyhláška MZe 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů (Vyhl. 477 / 2000 Sb. a Vyhl. 400 / 2004 Sb.)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zahradnický slovník naučný A - C. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1994, 440 s. ISBN 80-85120-51-81.

Zahradnický slovník naučný Č - H. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996, 544 s. ISBN 80-85120-59-32.

Zahradnický slovník naučný CH - M. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 559 s. ISBN 80-85120-62-33.

Zahradnický slovník naučný N - Q. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999, 562 s. ISBN 80-86153-60-64.

Zahradnický slovník naučný R - Ž. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001, 674 s. ISBN 80-7271-075-35.

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)

^