



národní
úložiště
šedé
literatury

Listová výživa obilnin

Trčková, Marie; Raimanová, Ivana; Svoboda, Pavel
2009

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-123484>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 12.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://www.nusl.cz) .



Marie Trčková, Ivana Raimanová, Pavel Svoboda

Listová výživa obilnin

UPLATNĚNÁ CERTIFIKOVANÁ METODIKA



**Výzkumný ústav
rostlinné výroby, v.v.i.**

2009

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2009

ISBN: 978-80-7427-030-7

Marie Trčková, Ivana Raimanová, Pavel Svoboda

Listová výživa obilnin

Uplatněná certifikovaná metodika

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2009

Uplatněná certifikovaná metodika byla vypracována za finanční podpory a použití výsledků řešení výzkumného záměru VZ MZe 0002700604

Oponenti: Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc.
Ing. Michaela Budňáková

Metodika byla schválena Ministerstvem zemědělství ČR – odborem rostlinných komodit pod č.j. 2/39904-2009.

Ministerstvo zemědělství doporučuje tuto metodiku pro využití v zemědělské praxi.

Cíl metodiky

Cílem uplatněné certifikované metodiky je poskytnout ucelené informace o problematice listové výživy obilnin

Vlastní popis metodiky

Metodika poskytuje informace zahrnující fyziologické aspekty příjmu listově aplikovaných živin, význam listových hnojiv a pomocných rostlinných přípravků v systému výživy obilnin a hlavní zásady jejich aplikace. Nedílnou součástí je přehled listových hnojiv určených k výživě obilnin a charakteristika pomocných rostlinných přípravků.

Srovnání „novosti postupů“

Ucelená metodika listové výživy obilnin zahrnující teoretická východiska na současné úrovni poznání a z nich vyplývající praktická doporučení dosud nebyla publikována. Dílčí informace byly publikovány ve sborníku ze semináře „Listová výživa polních plodin“ (VÚRV Praha – Ruzyně 2002), dále je lze nalézt v příležitostných člancích v odborném tisku a ve firemních propagačních materiálech.

Popis uplatnění metodiky

Metodika shrnující nové poznatky v oblasti listové výživy obilnin bude poskytnuta široké odborné veřejnosti a subjektům poradenské služby. Jejich aplikace by měla přispět k racionálnímu využití živin dodávaných formou listových hnojiv a zdůvodněnému používání látek s regulačním účinkem. To v konečném důsledku povede ke zvýšení výnosu a kvality zrna obilnin, snížení kontaminace životního prostředí cizorodými látkami a úspoře vynaložených finančních prostředků.

Obsah

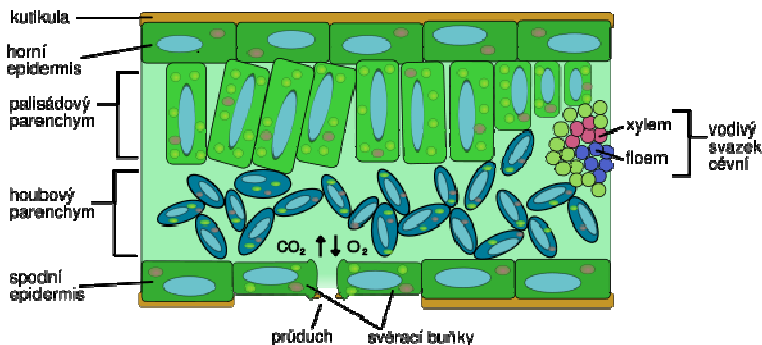
1. Fyziologie příjmu listově aplikovaných živin.....	5
Povrch listu a jeho funkce.....	5
Průnik látek kutikulou.....	6
Rychlost vstupu aplikovaných živin do listu.....	7
Příjem živin buňkami.....	8
2. Úloha listové aplikace živin v systému výživy obilnin.....	10
3. Diagnostika výživného stavu porostů obilnin.....	13
4. Použití listových hnojiv u obilnin.....	16
Výběr vhodných hnojiv.....	16
Společná aplikace s pesticidy.....	17
Přehled registrovaných hnojiv určených k listové výživě obilnin.....	18
5. Použití pomocných rostlinných přípravků.....	26
Přehled a charakteristika registrovaných pomocných rostlinných přípravků.....	26
6. Technické požadavky na aplikaci listových hnojiv.....	32
Výběr trysek pro listovou aplikaci hnojiv.....	32
Způsoby omezení úletu aplikační kapaliny a provoz postřikovačů.....	33
7. Souhrnná doporučení pro výběr a aplikaci listových hnojiv.....	36
8. Seznam použité související literatury.....	37
9. Seznam publikací, které předcházely metodice.....	39

1. Fyziologie příjmu listově aplikovaných živin

Již v polovině 19 století bylo prokázáno, že všechny buňky rostlinného těla, tedy i buňky listů, si podržely schopnost přijímat minerální živiny z okolního prostředí. Hlavní a základní úlohou listů je zajištění fotosyntézy, to znamená zachycení maximálního kvanta fotosynteticky aktivního záření a přijetí potřebného množství CO_2 . V průběhu evolučního vývoje došlo u vyšších rostlin k vytvoření ochranné struktury, která brání nekontrolovaným ztrátám vody - kutikuly. Lipofilní kutikula je uložena jako dvojrozměrná polymerní membrána na povrchu všech primárních nadzemních orgánů rostlin. Její hlavní funkcí je ochrana rostlin proti ztrátám vody, zároveň omezuje únik metabolitů z vnitřních pletiv a omezuje vstup znečišťujících látek z prostředí. Rostlinná kutikula ale zároveň představuje hlavní překážku pro látky, které jsou aplikovány na povrch listu, ať už se jedná o hnojiva nebo prostředky na ochranu rostlin.

Povrch listu a jeho funkce

Rozhraní mezi vnitřními pletivy listu a okolním prostředím tvoří pokožka (epidermis), která je pokryta kutikulou (Obr. 1). Kutikula je složena z degradovatelného biopolymeru kutinu, nedegradovatelného polymeru kutanu a asociovaných rozpustných kutikulárních lipidů zvaných kutikulární vosky (Jenks a Ashworth, 2003). Právě kutikulární vosky jsou pravděpodobně hlavní transportní bariérou kutikulární membrány (Riederer a Schreiber, 2001; Richardson *et al.*, 2007).



Obr. 1 Schématická stavba listu

I když je kutikula převážně lipofilní povahy, jsou zde přítomny i hydrofilní struktury. Kutin obsahuje hydroxylové a karboxylové skupiny. Zároveň se v kutikulární membráně nacházejí i polysacharidy jako pektin a celulóza, které mají vysokou hydratační kapacitu (Luque *et al.*, 1995).

Důležitou součástí pokožky tvoří průduchy, které jsou umístěny převážně na spodní straně listů. Hlavní funkce průduchů spočívá v zajištění výměny plynů (CO_2 , H_2O , NH_3 , NO_x , SO_2). Vnitřní dutiny průduchů jsou však rovněž pokryty kutikulou a jejich přímý význam pro příjem živin je stále diskutabilní.

Průnik látek kutikulou

Průnik látek do listu je pasivním procesem, který je řízen koncentračním gradientem. V současné době se předpokládá, že látky aplikované na list mohou prostupovat kutikulou 2 rozdílnými cestami v závislosti na své chemické podstatě, tedy buď lipofilní nebo polární cestou (Eichert a Goldbach, 2008). Voda a další malé nepolární molekuly (např. močovina) mohou využívat jak lipofilní tak polární cestu. Předpokládá se, že hydrofilní látky procházejí kutikulou výrazně pomaleji než látky lipofilní.

Syntetické látky jako pesticidy, herbicidy a jiná xenobiotika nejsou většinou iontové povahy a navíc je mnoho z těchto molekul lipofilních. Tyto látky mohou difundovat kutikulou tzv. lipofilní cestou, kdy míra propustnosti je charakterizována pohyblivostí dané molekuly v transportní bariéře (v závislosti na její velikosti) a současně její rozpustností ve voskové vrstvě kutikuly (Schreiber, 2005). Propustnost kutikuly pro tyto látky je výrazně ovlivněna teplotou a použitím plastifikátorů (Bauer *et al.*, 1997).

Naproti tomu polární iontové sloučeniny (většina aplikovaných živin) využívají tzv. polární cestu přes kutikulární póry. Díky svému hydratačnímu obalu nemohou být rozpuštěny v lipofilní kutinové a voskové vrstvě kutikuly a pro svůj prostup přes kutikulu využívají polární póry, které jsou vyplněné vodou a procházejí kutikulární membránou (Schönherr, 1976; Schreiber, 2005).

V kutikule je těchto hydrofilních pórů velké množství ($10^{10}/\text{cm}^2$), většinou o průměru do 1 nm. Předpokládá se však, že v bezprostředním okolí svěracích buněk průduchů a trichomů je jejich hustota vyšší a liší se i průměrem

a propustností. Zároveň bylo zjištěno, že velikost pórů se liší mezi jednotlivými rostlinnými druhy (Eichert a Goldbach, 2008). Při příjmu aniontového fluorescenčního barviva bylo zjištěno, že jeho průchod do listu je výhradně vázán na bezprostřední okolí svěřacích buněk, ale zapojeno bylo jen kolem 10 % všech průduchů. Toto procento se zvýšilo opakovaným vyschnutím a znovu zvlhčením roztoku aplikovaného na list. Dosud není zcela jasné, zda usnadnění „příjmu“ v okolí průduchů je způsobeno vyšší prostupností peristomatální kutikuly nebo zda difúze probíhá přímo průduchovou štěrbinou v roztoku spojujícím povrch listu a listový mezofyl tím, že dojde k modifikaci buněčných stěn póru průduchu. Přesto není pochyb, že přítomnost průduchů usnadňuje příjem látek aplikovaných na povrch listu (Eichert a Burkhardt, 2001).

Difúze touto cestou není pravděpodobně ovlivněna teplotou (Schönherr, 2000). Je však výrazně ovlivněna vzdušnou vlhkostí (Schönherr, 2000; Schreiber, 2005). Vliv plastifikátorů je diskutabilní (Schönherr, 2000).

Rychlost vstupu aplikovaných živin do listu

Při příjmu živin z povrchu listu do jeho nitra lze rozlišit několik úzce souvisejících fází, které z experimentálního hlediska nelze buď vůbec nebo jen velmi obtížně rozlišit:

- Ovlhčení povrchu listu roztokem hnojiva
- Průnik kutikulou a buněčnou stěnou epidermis
- Vstup do listového apoplastu (buněčné stěny a mezibuněčné prostory)
- Aktivní příjem živin do listového symplastu (cytoplasma buněk propojená plasmodesmaty)
- Distribuce uvnitř listu a rostliny

Určitou představu o rychlosti vstupu jednotlivých živin do pletiv listu si lze učinit podle času potřebného k přijetí 50 % z množství aplikovaného na list. Údaje uvedené v tabulce 1 je nutno považovat za orientační, protože jsou ovlivněny experimentálními podmínkami. Příjem kationů z hygroskopických sloučenin je obvykle účinnější. Snížením povrchového napětí aplikovaných roztoků přísadkou vhodného smáčedla dochází k významnému zkrácení poločasu průniku (např. Schönherr, 2001).

Tab. 1 Doba potřebná k absorpci 50 % z celkového množství aplikované živiny

Živina	Doba absorpce	Velikost hydratovaného iontu
N (močovina)	1 – 4 hod	0,44 nm
Mg, Na	2 – 5 hod	0,45 nm
Zn	1 den	
K	1 – 3 dny	
Mn	2 dny	0,75 nm
Ca	4 dny	0,99 nm
P	5 – 10 dní	
S	7 – 10 dní	
Fe, Mo	10 – 12 dní	

Příjem živin buňkami

Poté co živiny proniknou kutikulou a dostanou se k buňkám listového mezofylu, stává se příjem aktivním procesem stejně jako je tomu v kořenech. Příjem probíhá proti koncentračnímu gradientu za spotřeby metabolické energie. Je zprostředkován specifickými přenašeči bílkovinné povahy, které jsou umístěny na cytoplasmatické membráně buněk. Po vstupu do buňky mohou být přijaté živiny buď ihned metabolizovány nebo ukládány do vakuoly. Hlavní podíl živin v listu je transportován symplastem na místo spotřeby.

Rychlost příjmu živin do buněk listu je ovlivněna mnoha vnitřními i vnějšími faktory. Jako aktivní proces je zpomalován použitím metabolických inhibitorů a stimulován světlem. Příjem foliárně aplikovaných živin je vyšší u mladých rostlin, snižuje se v průběhu stárnutí listů, které je provázeno poklesem metabolické aktivity, uvolňováním živin z vakuol a cytoplasmy a zvěšováním tloušťky kutikuly.

Obecně platí pro vstup zředěných roztoků živin do buněk listů několik zásad:

- Rychleji jsou přijímány malé molekuly v porovnání s velkými
- Nenabité molekuly jsou lépe přijímány než ionty, jednomocné ionty lépe než dvojmocné či trojmocné
- Kationy vstupují do listu rychleji než aniony

Se stoupající koncentrací aplikovaného roztoku se rozdíl mezi jednotlivými typy molekul zmenšují a zvyšuje se vliv koncentračního gradientu.

2. Úloha listové aplikace živin v systému výživy obilnin

V současné době lze listovou výživu považovat za běžnou součást používaných technologií pěstování polních plodin. I když většina pěstitelů dobře zná její přednosti a omezení, je možné upozornit na některé faktory ovlivňující výběr hnojiv, dobu a způsob aplikace – a v konečném důsledku i efektivnost vynaložených nákladů.

Určení potřeby hnojení obilnin minerálními hnojivy vychází z výše předpokládaného výnosu a z průměrného množství živin (tzv. normativu), které porost dané obilniny odebere k tvorbě jednotky výnosu. Např. pro 1 t zrna ozimé pšenice v potravinářské kvalitě je zapotřebí 24,3 kg N, 4,0 kg P, 11,7 kg K a 3,0 kg Mg (Vaněk *et al.*, 2007, Klír *et al.*, 2008). Toto normativní množství je dále upraveno podle zásoby živin v půdě, množství mineralizovatelných posklizňových zbytků a případného podílu živin uvolněných z předcházejícího hnojení organickými hnojivy.

Potřebné živiny (P, K, případně i Mg a část N) jsou aplikovány formou základního hnojení před založením porostu. Hlavní podíl N hnojiv je rozdělen zpravidla do dvou nebo více dílčích dávek označovaných jako regenerační, produkční a kvalitativní hnojení.

Toto rámcové schéma je do značné míry modifikováno zásobou vody v půdě a průběhem konkrétních povětrnostních podmínek, zejména datem nástupu jarní vegetace, množstvím a rozdělením srážek a průměrnými teplotami vzduchu a půdy.

Potřeba živin pro růst a vývoj obilnin rychle stoupá v období intenzivního vegetativního růstu (tj. od počátku sloupkování) a svého maxima dosahuje těsně před začátkem kvetení. Hlavním a rozhodujícím zdrojem živin je půdní zásoba spolu s regeneračním a produkčním hnojením. Příjem zajišťují kořeny, které rychle prorůstají do spodních vrstev půdy. V této době listová výživa může překrýt krátkodobý nedostatek živin způsobený hlavně nepříznivými podmínkami pro příjem z půdy. Na počátku vegetace to bývá období s příliš nízkou teplotou půdy (pod 5°C, v případě fosforu pod 10°C), kdy efektivnost případného použití listové výživy je limitována stupněm vývoje listové plochy. Později se často jedná o přechodná období s nedostatkem srážek, která bývají provázena relativně vysokými

teplotami. Krátce po odkvětu schopnost kořenů obilnin přijímat N z půdy rychle klesá. Navíc za normálních povětrnostních podmínek bývají do značné míry již vyčerpány dostupné zásoby vody a živin v půdě. V pozdních fázích vegetace současně se snížením příjmu minerálního N klesá i schopnost listů redukovat nitráty. V této době listové aplikace živin a prostředků na ochranu rostlin představují jediný, ale dostatečně účinný nástroj k ovlivnění výše výnosu a jeho kvality. Prodloužením životnosti listové plochy a fotosyntetické aktivity použitím vhodných fungicidů se zvýší HTS, ale může dojít ke snížení obsahu dusíkatých látek v zrna. Pro jeho udržení nebo zvýšení je nezbytná současná listová aplikace močoviny.

I když stopové živiny neslouží přímo ke stavbě rostlinného těla, je jejich přiměřené množství (Tab. 2) nezbytné pro jeho růst a vývoj. S výjimkou bóru se jedná o skupinu tzv. přechodných kovů, které jsou v nadměrném množství pro rostlinu toxické. Z tohoto důvodu je vnitřní koncentrace stopových živin pod přísnou metabolickou kontrolou. Hlavním zdrojem stopových živin pro rostlinu je jejich příjem z půdy. Za nepříznivých půdních a klimatických podmínek (nízká zásoba, nevhodné pH, příliš pevná vazba na půdní částice, sucho atd.) může docházet k trvalému nebo dočasnému nedostatku stopových živin. Navíc, na rozdíl od hlavních metabolizovaných živin, jsou některé stopové prvky (Mn, Fe) jen velmi málo pohyblivé ve floému a proto nemohou být remobilizovány ze stárnoucích listů.

Předností listové výživy je možnost dodat potřebné živiny ve vhodné formě a v optimální fázi vývoje přímo na místo spotřeby. Naproti tomu, její významnou nevýhodou je dodávka pouze omezeného množství živin.

Z uvedených důvodů je racionální použití listových hnojiv výhodné jen v některých konkrétních případech:

- **Při dočasně nepříznivých podmínkách pro příjem živin z půdy (např. sucho)**
- **K regeneraci porostů poškozených abiotickým nebo biotickým stresem**
- **K dodání chybějících stopových živin a Mg během vegetace**
- **K dodání dusíku v pozdních fázích vegetace ke zvýšení pekařské kvality zrna pšenice**

Tab. 2 Obsah stopových živin v nadzemních částech obilnin (mg/kg sušiny)
(upraveno podle Bergmana 1992)

Druh	Vývojová fáze	B	Mo	Cu	Mn	Zn
pšenice ozimá	30/31	6 - 12	0,10 - 0,30	7 - 15	35 - 100	25 - 70
	32/37	5 - 10	0,10 - 0,30	5 - 10	30 - 100	20 - 70
pšenice jarní	30/31	6 - 12	0,10 - 0,20	7 - 15	35 - 100	25 - 70
	32/37	5 - 10	0,10 - 0,30	5 - 10	30 - 100	20 - 70
ječmen ozimý	30/31	6 - 12	0,10 - 0,30	6 - 12	30 - 100	20 - 60
	32/37	5 - 10	0,10 - 0,20	5 - 10	25 - 100	15 - 60
ječmen jarní	30/31	6 - 12	0,10 - 0,30	6 - 12	30 - 100	20 - 60
	32/37	5 - 10	0,10 - 0,30	5 - 10	25 - 100	15 - 60
žito ozimé	30/31	5 - 10	0,10 - 0,30	6 - 12	25 - 100	20 - 60
	32/37	4 - 10	0,10 - 0,30	5 - 10	20 - 100	15 - 60
oves setý	30/31	6 - 12	0,20 - 0,40	6 - 12	40 - 100	25 - 70
	32/37	5 - 10	0,20 - 0,40	5 - 10	35 - 100	20 - 70
kukuřice	40 - 60 cm	7 - 15	0,20 - 0,50	7 - 15	40 - 100	30 - 70
	list proti palici	6 - 15	0,15 - 0,50	6 - 12	35 - 100	25 - 70

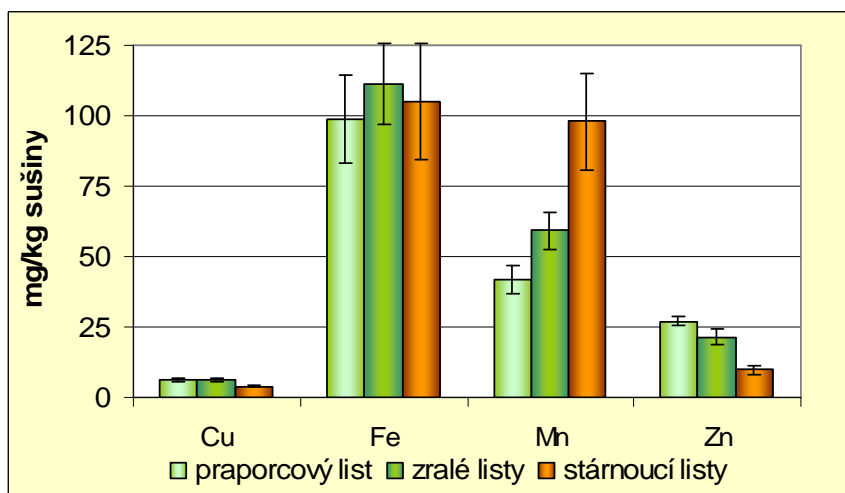
3. Diagnostika výživného stavu porostů obilnin

Jednou z podmínek hospodárného využití listové výživy je určení vhodné doby aplikace a dávky dodávaných živin. Nejpoužívanější a dosud nejspolehlivější metodou určení výživného stavu zůstávají anorganické rozbory rostlin, kdy se potřeba hnojení určuje z celkového obsahu a vzájemného poměru jednotlivých živin v analyzovaných částech rostlin. Pro stanovení obsahu hlavních živin u obilnin se používají celé nadzemní části. Získané průměrné obsahy živin jsou hodnoceny ve vztahu k vývojové fázi. Rutinní analýzy odebraných vzorků rostlin včetně hodnocení výsledků a doporučení vhodných výživářských opatření jsou zajišťovány formou služeb, které poskytují specializované firmy. Základní kritéria pro hodnocení výživného stavu obilnin, publikovaná již před více než 20 lety (Baier, 1988), jsou průběžně upřesňována jednotlivými poskytovateli. Získané výsledky jsou používány především k určení dávky N k produkčnímu hnojení včetně její korekce při nevyrovnaném poměru živin, k případnému dohnojení porostů hořčíkem a k listové aplikaci N v pozdních fázích vegetace.

V posledních letech byl v zahraničí vypracován velmi přesný způsob hodnocení pro N status (způsob diagnostiky výživného stavu) u řady polních plodin, který používá jako hodnotící kritérium tzv. index výživy N (NNI – Nitrogen Nutrition Index). Vzhledem k náročnosti jeho stanovení je použití NNI vhodné spíše jen pro výzkumné účely.

Pro praktické použití je hodnocení výživného stavu na základě chemické analýzy celých rostlin nebo jednotlivých orgánů dostatečně přesné, ale relativně drahé, časově náročné a tedy i málo operativní. Důsledkem byl vývoj senzorů, které jako součást aplikační techniky snímají barvu horních pater porostu (N senzor) nebo fluorescenci chlorofylu (chlorofylmetr) a na základě bezprostředně vyhodnocených výsledků regulují dávku aplikovaných N hnojiv. Korelace mezi zjištěnými hodnotami a skutečným výživným stavem porostu je závislá na přesné kalibraci použitého zařízení a na konkrétních podmínkách (např. intenzita slunečního záření) v době aplikace. N senzory jsou úspěšně používány zejména v podmínkách precizního zemědělství k optimalizaci hnojení dusíkem v rámci jednoho pozemku.

Analýza celých rostlin příliš nevyhovuje pro určení výživného stavu u většiny stopových živin. Příčinou je jejich velmi malá až zanedbatelná pohyblivost ve floému. Stopové živiny přijaté z půdy se pohybují s transpiračním proudem do rostoucích a metabolicky aktivních listů. Na rozdíl od N, P, K a Mg nejsou zpravidla stopové živiny později ve větší míře reutilizovány a zůstávají nevyužity ve stárnoucích listech. Za méně příznivých vnějších podmínek (např. po delším období sucha) může porost trpět nedostatkem některé živiny i v případě, kdy analýza celé nadzemní části nic takového nenaznačuje.

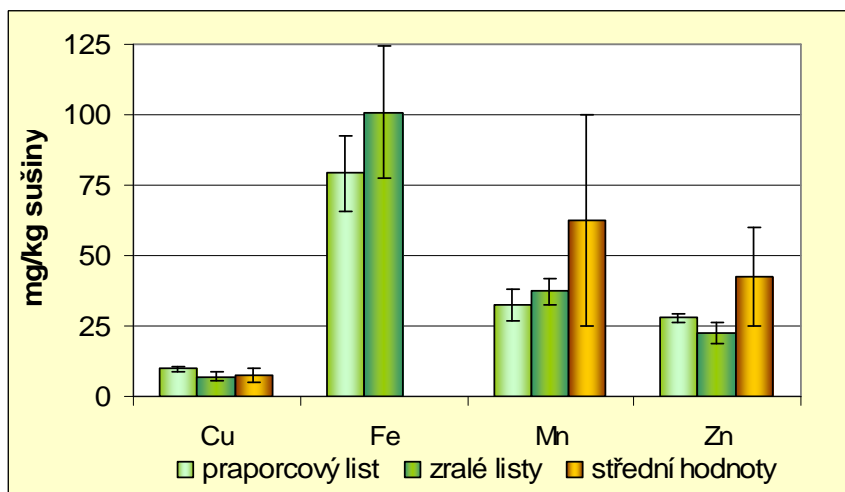


Obr. 2 Obsah stopových živin v listech ozimé pšenice v době metání (Praha Ruzyně 2008).

Jako názorný příklad odlišné distribuce stopových živin mezi listy různého stáří lze uvést výsledky analýzy praporcových listů odebraných v době metání z porostů ozimé pšenice na pokusných pozemcích VÚRV v Praze – Ruzyni v roce 2008 (Obr. 2). Málo pohyblivý mangan se v průběhu vegetace postupně akumuloval v závislosti na stáří jednotlivých listů. V době metání jeho obsah v sušině stárnoucích listů téměř dosahoval horní hranice obvyklých koncentrací a ve srovnání s vývojově nejmladším praporcovým listem byl více než dvojnásobný. Naproti tomu obsah mnohem pohyblivějšího zinku byl

relativně nízký, pouze v praporcových listech se pohyboval nad spodní hranicí obvyklých hodnot a vykazoval viditelné známky remobilizace ze stárnoucích listů. Nižší obsah s náznakem reutilizace byl pozorován i v případě Cu.

Podobné tendence, ale přibližně poloviční obsah manganu, byly zjištěny analýzou vývojově stejně starých listů ozimého ječmene (pěstovaného na srovnatelném stanovišti), které byly sklizeny po delším období sucha v roce 2007 (Obr. 3). Uvedené příklady naznačují obtížnější interpretaci výsledků získaných analýzou obsahu stopových prvků i určitou oprávněnost jejich listové aplikace v období intenzivního růstu.



Obr. 3 Obsah stopových živin v listech ozimého ječmene v době metání (Praha Ruzyně 2007). Chybové úsečky u středních hodnot ukazují obvyklé rozpětí zjištěných koncentrací

Diagnostika výživného stavu porostů obilnin na základě chemické analýzy nadzemních částí rostlin významně usnadňuje rozhodování o použití listových hnojiv, není však nezbytnou podmínkou. Efektivnost využití operativnějších N senzorů je podmíněna jejich pečlivou kalibrací.

4. Použití listových hnojiv u obilnin

Výběr vhodných hnojiv

Jak již bylo uvedeno, prostřednictvím listové výživy je dodáván především N v různých formách, Mg a stopové živiny. V mnohem menší míře (zpravidla na základě anorganických rozborů rostlin) i K a P.

Za základní listové N hnojivo lze považovat močovinu, která se používá samostatně (u obilnin v závislosti na vývojové fázi až do koncentrace 10 – 15 %) nebo v kombinaci s dalšími živinami. Hlavní rozdíl v použití jednotlivých forem N spočívá v rychlosti jejich příjmu a využití pro růst. Výsledná efektivnost využití nejrychleji přijímané močoviny je srovnatelná s použitím dusičnanu amonného. V tomto případě jsou přijaté amonné ionty rychle metabolizovány a translokovány do rostoucích částí, zatímco nitráty mohou být dočasně uloženy jako zásoba minerálního N do vakuol. Zajímavým zdrojem N a další živiny jsou dusičnany vápenatý a hořečnatý; vhodným zdrojem fosforu a dusíku pro listovou aplikaci je dihydrogenfosforečnan amonný. Uvedené minerální soli obsahující vedle N i další živiny mohou být opět aplikovány samostatně, ale mnohem častěji jsou součástí pestré škály listových hnojiv dodávaných různými výrobci a komerčními subjekty.

Významný podíl v sortimentu listových hnojiv tvoří hnojiva obsahující stopové živiny. Tato hnojiva jsou dodávána ve formě minerálních solí, chelátových nebo komplexních sloučenin. K nejdostupnějším zdrojům stopových prvků patří jejich sírany a cheláty s kyselinou etylendiamintetraoctovou (EDTA). Jednotlivé formy (sloučeniny) se liší nejen cenou, ale i rychlostí vstupu do pletiv listu a případnou fytotoxicitou.

Jak ukázalo semikvantitativní stanovení rychlosti příjmu jednotlivých sloučenin intaktními listy obilnin (Trčková a Raimanová, dosud nepublikované výsledky) nejrychleji přijímanou stopovou živinou je B (Borosan). Jeho příjem není ovlivněn přítomností dalších stopových živin ve formě kationů. Mn je přijímán rychleji z minerálních solí než z organických sloučenin (v pořadí $Mn(NO_3)_2 > MnSO_4 > Mn-EDTA > Mn-citrát$). Naproti tomu nejvhodnějším zdrojem Zn byl jeho chelát s EDTA ($Zn-EDTA > Zn(NO_3)_2 > Zn-citrát > ZnSO_4$). Velmi pomalý byl příjem železa ($Fe(III)-EDTA > Fe(III)-citrát >$

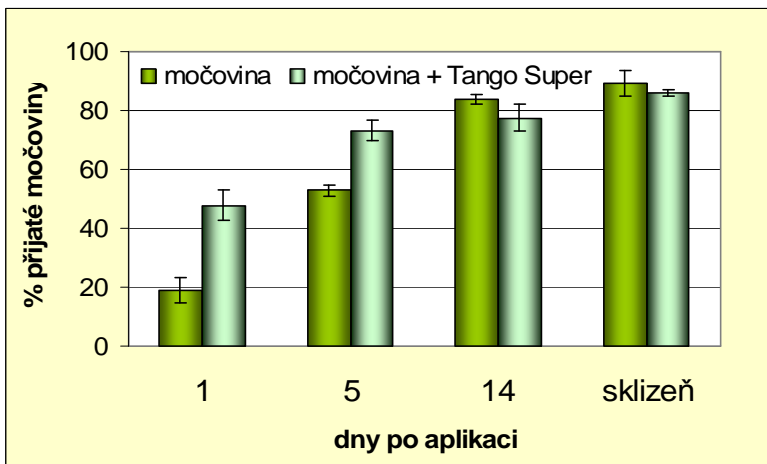
Fe(NO₃)₃), kdy po 7 dnech od aplikace bylo v listech pokusné pšenice nalezeno pouze okolo 4 % Fe použitého ve formě Fe(III)-EDTA. Při vzájemném srovnání vlastností nejčastěji používaných chelatačních prostředků pro výrobu listových hnojiv se jeví jako výhodnější méně fytotoxická a pravděpodobně i lépe přijímaná kyselina diethylentriaminpentaoctová (DTPA) než EDTA.

Jednosložkové koncentráty stopových živin jsou určeny především k odstranění výživových deficitů zjištěných chemickou analýzou rostlin. Účinná jednorázová dávka stopových živin může bývá velmi nízká (desítky gramů/ha), aplikaci je však třeba opakovat. Směsné roztoky stopových živin, různých forem N se stopovými živinami nebo komplexní hnojiva se používají hlavně v obdobích intenzivního růstu (např. před koncem sloupkování obilnin) a k překonání krátkodobých stresů, kdy jsou zhoršeny podmínky pro příjem živin z půdy.

Z hlediska rychlosti příjmu se jeví jako výhodná kombinace stopových živin s dusíkem. Přítomnost směsného 0,05% roztoku Fe, Mn a Zn ve formě chelátů s EDTA neovlivnila příjem společně aplikované 5% močoviny ani 6,5% dusičnanu amonného. Naproti tomu obě N hnojiva zvyšovala příjem všech stopových živin. Z uvedených příkladů vyplývá, že příjem jednotlivých živin z více nebo méně složitých směsných roztoků se bude lišit od příjmu z roztoku jediné sloučeniny – může být pomalejší, ale v některých konkrétních případech i rychlejší.

Společná aplikace s pesticidy

Hlavním důvodem pro společnou aplikaci listových hnojiv s pesticidy je úspora provozních nákladů a snaha o minimalizaci mechanického poškození porostů obilnin během jejich růstu a vývoje. Zásadním předpokladem, který zpravidla uvádí výrobce, je **vzájemná mísitelnost obou přípravků**. U obilnin se nejčastěji jedná o společnou aplikaci listové výživy s ochranou proti houbovým chorobám.



Obr. 4 Vliv fungicidu Tango Super na příjem společně aplikované močoviny

Z hlediska efektivity příjmu živin je výhodná společná aplikace močoviny s fungicidem, v konkrétním případě s přípravkem Tango Super (Obr. 4). Jak již bylo uvedeno, močovina může vstupovat do pletiv listu oběma možnými způsoby, to je polární i lipofilní cestou. Formulace fungicidu, která má usnadnit vstup účinné fungicidní látky do pletiv listu současně urychluje i „příjem“ močoviny. Tento účinek se projevuje zejména v prvních hodinách po aplikaci. V delším časovém úseku s opakovaným obnovením podmínek pro příjem (po opakované hydrataci živin na povrchu listu) se stimulační účinek společné aplikace zmenšuje. Je tedy zřejmé, že společná aplikace je výhodná především při nestabilním počasí, kdy hrozí nebezpečí předčasného smytí aplikovaného roztoku deštěm.

Za suchého a teplého počasí je výhodný přídavek látek, které zpomalují vysychání roztoků na povrchu listu.

Přehled registrovaných hnojiv určených k listové výživě obilnin

Všechna hnojiva uváděná na trh v ČR podléhají registračnímu řízení, které zajišťuje Oddělení agrochemie, půdy a výživy rostlin ÚKZÚZ v Brně. Základní informace o hnojivech (obsah živin, způsob použití, požadavky na

bezpečnost a ochranu zdraví při práci, způsob likvidace) jsou povinně uvedeny na příslušné etiketě a lze je nalézt v databázi Registru hnojiv (<http://database.zeus.cz/apvr>). Na rozdíl od údajů na etiketě, různé firemní materiály mají spíš propagační charakter.

Při rozhodování o výběru vhodného hnojiva z dostatečně široké nabídky je třeba brát v úvahu především obsah živin (resp. dávku živin na hektar), dále jejich formu a pak i ostatní užité vlastnosti (Tab. 3). Podle doporučeného způsobu aplikace a různých druhotných účinků lze odlišit několik skupin listových hnojiv s podobnými vlastnostmi:

- Jednosložkové koncentráty a vícesložková hnojiva se zvýšeným obsahem některé živiny (např. hnojiva řady Campofort) jsou určeny především k aplikaci na základě výsledků analýzy rostlin.
- Suspenzní hnojiva s obsahem síry (Lamag, atd.) se vyznačují nespecifickým účinkem proti houbovým chorobám. Tato hnojiva přispívají k potlačení houbové infekce, avšak v žádném případě nemohou zcela nahradit použití fungicidů.
- Vazba stopových živin na aminokyseliny nebo nízkomolekulární peptidy by měla zajistit jejich lepší pohyblivost a využití uvnitř rostliny (např. Hycol 8 – M, Fertileader).
- Působení přidaných látek s regulačním účinkem je silně závislé na jejich koncentraci, stavu porostu a povětrnostních podmínkách v době aplikace.

Závěrem je třeba upozornit, že některá dovážená listová hnojiva často svým složením lépe odpovídají požadavkům plodin pěstovaných v odlišných půdních a klimatických podmínkách (Tab. 3).

Efektivnost používání listových hnojiv ovlivňuje:

- **Výběr vhodného hnojiva (obsah a chemická forma živin, dávka /ha, cena)**
- **Doba a způsob aplikace (vývojová fáze, samostatná aplikace, společná aplikace s prostředky na ochranu rostlin)**
- **Povětrnostní podmínky v době aplikace**

Tab. 3 Seznam registrovaných hnojiv pro listovou výživu obilnin

Poř. číslo	Název hnojiva	Obsah živin %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	AMINOQUELANT-K	1		30		
2	BOROSAN Forte					
3	CHELATRON.Mg					2
4	CHELATRON.Mg-K			6,5		2
5	CHELATRON Mn					
6	CHELATRON.Zn					
7	CAMPOFORT Speciál Fe	23				8
8	CAMPOFORT.Garant K	20		17		7
9	CAMPOFORT Garant P	17	34			5
10	CAMPOFORT Plus	29				9
11	CAMPOFORT Speciál B	12				6,5
12	CAMPOFORT Speciál Mn	28				7
13	CAMPOFORT Special Zn	17				8
14	CAMPOFORT® Fosfamid	9,6	12			
15	CANSOL S	8,6			15,6	
16	CARBON.Mn					
17	CARBONBOR®					
18	CARBON NPK	3	6	9		
19	CUPRAN®					
20	CUPRISTIM.CS					
21	EPSO„microtop" hořká sůl					15
22	EPSO „Combitop“					13
23	EPSO Top					15
24	FEROSOL					
25	FERTI B	8	10			
26	FERTIGREEN.NPK 10-5-5	10	5	5		
27	FERTIGREEN Kombi NPK 7-7-5	7	7	5		
28	FERTIKAL	7			5	5

Obsah živin %							Dávka/ha	Pozn.	Poř. číslo
S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn			
							3 - 4 l	9	1
	11						2 l		2
							5 - 10	6	3
							5 - 10 kg	6	4
				3			do 150 g	6	5
						3	do 60 (120) g	6	6
			2				5 kg	2	7
							3 - 5 kg	2	8
							3 - 5 kg	2	9
							6 kg	2	10
35							6 kg	2	11
				3,5			6 kg	2	12
						2	6 kg	2	13
				0,4			10 l		14
							1,75 - 2,78 l		15
5				11			0,8 - 1,5 l		16
	12,5								17
							5 l		18
		50					0,250 kg		19
5		8					1,5 - 2 l		20
12	1			1			25 kg		21
13		1		3		2	25 Kg		22
33							2 - 5 %		23
			4				4 - 6 l	4	24
	2	0,005			0,002	0,005	2 - 3 l		25
	0,005	0,005	0,015	0,006	0,002	0,005	6 l		26
2		0,005			0,002	0,005	5 l		27
	0,005	0,005	0,015	0,006	0,002	0,005	6 l		28

Poř. číslo	Název hnojiva	Obsah živin %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
29	FERTILEADER AXIS	3	18			
30	FERTILEADER 2M	7				2
31	FERTILEADER Elite	8,5		6,5	12	
32	FERTILEADER NPK 9-5-4	9	5	4		
33	FERTIMAG	8				8
34	FERTIMAG	8				8
35	FOLICARE NPK (Mg,S) 19-11-24Cu (+2,+1,5)	19	11	24		2
36	FOLICARE NPK (Mg,S) 19-11-24Zn (+2,+1,5)	19	11	24		2
37	FOLICARE NPK (Mg,S) 19-11-24Zn (+2,+1,5)	19	11	24		2
38	FOLICARE NPK (S) 17-9-33B (+1,5)	17	9	33		
39	FUMAG.6NK – Zn	6		6		12
40	FUMAG.6NK – Cu	6		6		12
41	FUMAG.6NK - SB	6		6		12
42	FUMAG® NK-Zn	12		6		12
43	HOŘKÁ SŮL	15				33
44	HYCOL8-M	8				5
45	KLOMAG.- ZINEK					20
46	KLOMAG – Síra – Dusík – Bór	8				20
47	KLOMAG®.Fe					20
48	KLOMAG®.Fe					20
49	KRISTA MgS					16
50	KUPROSOL					
51	LAMAG – bór					16
52	LAMAG-Bór-Síra					16
53	LISTER Ca				10	
54	LISTER Mg					6
55	MAGNITRA L	7				10
56	MANGAN Forte					
57	MgN SOL	8				10

Obsah živin %							Dávka/ha	Pozn.	Poř. číslo
S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn			
				2,5		5,7	3l		29
				11,7			2,5 l	2, 5	30
	0,2						3 l	2, 5	31
	0,05	0,02	0,02	0,1	0,01	0,05	3 l	2, 5	32
		0,05			0,002	0,005	5 - 10 l		33
		0,005			0,002	0,005	5 - 10 l		34
1,5	0,025	0,15	0,18	0,1	0,002	0,025	2,5 - 5,0 kg		35
1,5	0,025	0,15	0,018	0,1	0,002	0,15	2,5- 5 kg		36
1,5	0,025	0,015	0,18	0,1	0,002	0,15	2,5- 5 kg		37
1,5	0,2	0,02	0,05	0,05	0,002	0,05	2,5- 5 kg		38
							5 - 5 kg	3	39
		1				10	4 - 5 kg	3	40
20	0,05						6 - 5 kg	3	41
						10	4 - 5 kg	3	42
									43
	0,02	0,05	0,04	0,16	0,001	0,12	4 - 5 l *)	2, 5	44
						10	4 - 5	3	45
20	0,4						4 - 5	3	46
			5				2 - 4	3, 4	47
			4				2 - 4	3, 4	48
10							5% roztok		49
		5					1		50
	0,4						4 - 5 kg	3	51
15	0,4						4 - 5 kg	3	52
							0,8 - 2 l	6	53
							0,8 - 2,5 l	6	54
							0,5 - 1 l		55
				11			1 - 2 l	7	56
							5 - 8		57

Poř. číslo	Název hnojiva	Obsah živin %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
58	MgS SOL					8
59	MIKRO Cu					
60	MIKRO Cu 24					
61	MIKRO Mn					
62	MIKRO Zn					
63	MIKROKOMPLEX Cu-Mn-Zn					
64	MOČOVINA	46				
65	MYCROBOR® DF					
66	OLIKANI LIQUID	8,2	2	2,4		2
67	PK sol PK 20-24		20	24		
68	SAMPPI®	8	3	3	1	1
69	SULFIKA SB - C					
70	SULFIKA SBZn					
71	SULFIKA SNP	5	15			
72	SULFIKA S50					
73	TENSO coctail				2,57	
74	TERRA-SORB FOLIAR	2,1				
75	TRISOL.STIMUL.PLUS					
76	WUXAL SUPER	8	8	6		
77	WUXAL SUS BORON NP 8 - 10	8		15		
78	WUXAL SUS Kombi Mg,NK 20-15 + 4 MgO	20		15		4
79	YARA VITA HYDROPHOS		29,7	3,9		5,9
80	YARA VITA ZINTRAC.700					
81	ZUFRE					
82	ZINKURAN SC					
83	ZINRAN®					

- Pozn. 1 Obsahuje kondicionéry
2 Obsahuje látky se stimulačním účinkem
3 Suspenzní hnojivo s obsahem síry
4 Fe ve formě citrátů
5 Vazba stopových prvků na aminokyseliny
6 Cheláty s EDTA

Obsah živin %							Dávka/ha	Pozn.	Poř. číslo
S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn			
6	0,005				0,001	0,005	5 - 10		58
		3					3 - 8 l	6	59
		2,4					3,75 - 32 l	6	60
				3			3 - 8 l	6	61
						3	3 - 8 l	6	62
		1,2		6,5		4,8	1 - 2 l	6	63
									64
	18						5 kg		65
	0,01	0,02	0,002	0,01	0,001	0,002	0,5 - 2 l		66
							4 - 6 l		67
	0,5	0,05	0,4	1	0,1	0,05	0,5 - 2 l	8	68
35	5						5 kg	3	69
30	5					2	5 kg	3	70
25							5 kg	3	71
50							4 kg	3	72
	0,52		4,3	2,57	0,13	0,53	1 - 1,5 kg		73
	0,02			0,04	0,07		2 - 3 l		74
				0,5		0,5	1 - 3 l		75
	0,008	0,05	0,001	0,01	8E-04	0,004	5 l		76
	7	0,05	0,1	0,05	0,001	0,05	2 - 3 l		77
	1	0,05	0,1	0,05	0,001	0,05	3 - 5 l		78
							2 - 5 l		79
						40	0,5 l		80
28							1,5 - 2,5 l		81
						31,6	0,5 - 1 l **)		82
4,7						50	0,5 - 1 l		83

7 Citrát + síran

8 Obsahuje cukry a organické kyseliny

9 Obsahuje aminokyseliny

*) Vzhledem k vysoké hustotě hnojiva je výsledná dávka živin asi o 30 % vyšší

***) Vzhledem k vysoké hustotě hnojiva je výsledná dávka živin asi o 50 % vyšší

5. Použití pomocných rostlinných přípravků

Pomocné rostlinné přípravky tvoří různorodou skupinu látek, která je určena k použití formou listové aplikace. Používání těchto přípravků podléhá registraci ÚKZÚZ a tvoří samostatnou skupinu v Registru hnojiv.

Pomocné rostlinné přípravky **neobsahují** významnější množství živin. Jsou deklarovány jako látky, které svým (často nespecifickým) účinkem mohou zlepšit příjem nebo využití živin, zvýšit odolnost ke stresovým podmínkám, urychlit regeneraci poškozených porostů apod. Působení pomocných rostlinných přípravků bývá často odvozováno od mechanismu účinku fytohormonů nebo syntetických růstových regulátorů, který odpovídá úrovni poznání v době registrace. Nezbytným předpokladem pro dosažení deklarovaného účinku je vstup účinné látky do pletiv listů a její translokace na místo účinku, při čemž nesmí dojít k metabolické inaktivaci. Používané koncentrace aplikovaných látek jsou velmi nízké a velmi často se pohybují na spodní hranici potenciální fyziologické účinnosti. Následující řádky jsou pokusem o souhrnnou charakteristiku těchto přípravků.

Přehled a charakteristika registrovaných pomocných rostlinných přípravků

Sodné sole nitrofenolů

ATONIK® PRO
N-FENOL MIX
SVITON*)

Složení:

doporučená dávka: 0,2 l/ha

4-nitrofenolát sodný	9 g/l	1,8 g/ha
2-nitrofenolát sodný	6 g/l	1,2 g/ha
5-nitroguajakolát sodný (=2-metoxy-5-nitrofenolát Na)	3 g/l	0,6 g/ha

*) 3x nižší koncentrace, 3x vyšší doporučená dávka

Deklarovaný účinek:

Ovlivňuje proudění plasmu v buňce → lepší zakořeňování, příjem živin a intenzivnější růst; antistresové účinky

Doporučená aplikace u obilnin:

Urychlení jarní regenerace, před metáním

Pozn.:

Nízkomolekulární fenolické látky mohou ovlivnit rychlost odbourávání auxinů. Jejich použití v raných fázích vývoje a v období intenzivního růstu by mohlo stimulovat diferenciaci a růst kořenů.

Deriváty kyseliny benzoové

ALMIRON

REXAN®

Složení:

doporučená dávka: 0,1 l/ha

Kyselina 2-aminobenzoová (anthranilová) 1 g/l 0,1 g/ha

4-hydroxyacetanilid (Paralen) 3 g/l 0,3 g/ha

Almiron dále obsahuje komplex biologicky aktivních látek **Almiro Aktiv+**

Deklarovaný účinek:

Zvyšuje kvalitu a výnosy obilnin i ostatních plodin, pozitivně ovlivňuje růst kořenů i nadzemních částí

Doporučená doba aplikace:

Před metáním

U Almironu je doporučena společná aplikace s **Almiro Ultra** (= přípravek obsahující stopové prvky)

SUNAGREEN®

Složení:

doporučená dávka: 0,5 l/ha

kyselina. 2-aminobenzoová 5,0 g/l 2,5 g/ha

kyselina. 2-hydroxybenzoová 2,5 g/l 1,25 g/ha

HERGIT®

Složení:

doporučená dávka: 0,2 l/ha

kyselina. 2-aminobenzoová 12,5 g/l 2,5 g/ha

kyselina. 2-hydroxybenzoová 6,5 g/l 1,3 g/ha

kyselina 2-amino-pentandiová/1,5/ 6,0 g/l 1,2 g/ha

Deklarovaný účinek:

Stimulátory růstu s protistresovým účinkem (chlad, zamokření, sucho, nedostatek slunečního svitu, pesticidní šok), zvýšení kvality i výnosu semen, plodů i hlíz kulturních rostlin

Doporučená doba aplikace:

Během sloupkování, před metáním, po odkvětu

Pozn.:

Kyselina 2-aminobenzoová (k. antranilová) je velmi vzdálený prekurzor auxinu. Pro dosažení auxinové aktivity musí být nejdříve metabolizována na aminokyselinu tryptofan (je součástí bílkovin), ze kterého může být dále syntetizována kyselina indolyloctová (tj. auxin). Reakce je metabolicky kontrolována.

Endogenní kyselina 2-hydroxybenzoová (k. salycilová) se podílí na přenosu stresového signálu (hlavně u biotického stresu).

Kyselina 2-amino-pentandiová (k. glutamová) patří k primárním metabolitům N a tvoří významný podíl v celkovém obsahu volných aminokyselin. Její zvýšená koncentrace v pletivech se podílí na regulaci příjmu minerálního N.

Huminové látky

a) vyrobené z *oxyhumolitu* - směs alkalických solí huminových kyselin a fulvokyselin

FORTEHUM L/K	13 %	doporučená dávka: 8 – 15 l/ha
HUMITAN K	5 % + 1 % Na	ředění 1:100

Deklarovaný účinek:

Komplexní vliv na rostliny i půdu

b) *lignohumáty* - huminové a fulvové kyseliny a jejich sole

LIGNOHUMÁT A	51 %	doporučená dávka: 60 – 150 g/ha
LIGNOHUMÁT AM	51 %	60 – 150 g/ha.
+ stopové prvky	(0,085 - 0,34 % Zn) + K ₂ O 6,8 %	
LIGNOHUMÁT B	6 %	doporučená dávka: 0,5 – 1,25 l/ha
LEXIN®	20 %	0,25 l (50 g)/ha
+ auxin	0,5 %	(1,25 g)/ha

Deklarovaný účinek:

Příznivý a komplexní vliv na rostliny

LEXIN® - Zvýšením intenzity fotosyntézy aktivuje rozvoj kořenového systému, využití růstového potenciálu a zvýšení odolnosti proti stresům.

Pozn.:

Huminové látky jsou vysokomolekulární sloučeniny, které vzhledem ke své velikosti pravděpodobně vůbec nevstupují do rostlinných pletiv. Při společné listové aplikaci s nepolárními látkami (např. močovina) nebo jednomocnými ionty mírně snižují rychlost jejich příjmu, ale současně zpomalují vysychání aplikovaného roztoku. V delším časovém úseku za suchého a teplého počasí by mohly pozitivně ovlivnit jejich příjem.

S dvojmocnými kationy (živinami) tvoří nerozpustné sraženiny a významně snižují jejich příjem (např. u Zn o 40 %).

Předpokládaný stimulační účinek Lexinu je dán velmi nízkým přídatkem auxinu.

Kyselý alkoholicko - vodní výluh vermikompostu

VERMAKTIV STIMUL

Složení:

doporučená dávka: 4 - 5 l/ha

celkový dusík jako N

0,5 - 2,0 %

kyselina antranilová v %

0,01 - 0,1 %

suma volných aminokyselin

0,5 - 2,5 %

dále obsahuje enzymy, fytoestimulátory, humusové látky, aminokyseliny, cytokininy, auxiny, kyselinu aminoocetovou a stopové prvky

Deklarovaný účinek:

Zlepšuje kondici rostlin a tím zvyšuje jejich odolnost proti nepříznivým faktorům, podporuje zakořeňování, růst, kvetení a množství zásobních látek. Stimuluje klíčení semen a vzcházivost rostlin.

Pozn.:

Potenciálně účinné látky jsou extrahovány z rostlinného materiálu na počátku humifikace. V závislosti na způsobu extrakce mohou být částečně uvolněny z vázaných forem přítomných v původním materiálu. Jejich koncentrace je velmi nízká.

Hydrolyzáty bílkovin

Složení:	doporučená dávka: 2 l/ha		
	% N	% aminokyselin	% Fe
EUTROFIT	0,925		0,3
SYNERGIN	0,7	5,0	(porfyriny)
SYNERGIN E-VITAL	0,7	6,2	

Deklarovaný účinek:

Stimulace dělení buněk, chloroplastů a biosyntézy chlorofylu

Doporučená doba aplikace:

Sloupkování

Pozn.:

Bílkoviny jsou základní složkou každého živého organismu. Malé dávky jejich hydrolyzátů růst a vývoj rostlin nemohou významněji ovlivnit. Protože nízkomolekulární peptidy a volné aminokyseliny tvoří komplexy se stopovými živinami, jako součást listových hnojiv (jsou – li přítomny v dostatečném množství) mohou příznivě ovlivnit jejich příjem a snad i translokaci uvnitř rostliny.

Extrakty z mořských řas

BI-ALGEEN S-90 **KELPAK**

Složení:	doporučená dávka 2 l/ha
sušina	2 – 4 %
směs alginátů, aminokyselin, stopových prvků a fytohormonů	

Deklarovaný účinek:

Podporuje růst kořenů, což umožňuje optimální růst a vývoj rostlin a z toho vyplývající zvýšení výnosů, případně kvality produkce

Doporučená doba aplikace:

Rané fáze růstu nebo významných vývojových etap

Pozn.:

Extrakty obsahují velmi nízké koncentrace fyziologicky účinných látek

Směsi různých typů látek přírodního charakteru a huminových kyselin

a) *Energeny*

ENERGEN AKTIVÁTOR

ENERGEN STIMUL

ENERGEN FRUKTUS

Složení:	doporučená dávka: 0,5 - l/ha
Huminové látky a jejich soli - min.	12 – 13
%	
Směs oligopeptidů a aminokyselin - min.	10 %
Přídavek extraktu z mořských řas a látek se stimulačním účinkem	

Deklarovaný účinek:

Stimulační působení, zvýšení odolnosti k vnějším vlivům

Doporučená doba aplikace:

V závislosti na vývojové fázi

b) *Trisoly*

Složení:	doporučená dávka: 1 – 3 l/ha
Směsi látek přírodního charakteru, chelátů a huminových kyselin s odlišným obsahem stopových prvků, např.:	

	% Mo	% B	%Mn	%Zn
TRISOL AKTIVÁTOR	0,3			
TRISOL FOLIAR		0,5	0,5	0,5
TRISOL STIMUL PLUS			0,5	0,5

Doporučená doba aplikace:

V závislosti na vývojové fázi

Vodní emulze triterpenových kyselin z jehličí (*Abies sibirica*)

UNICUM **doporučená dávka: 0,15 - 0,25 l/ha**

UNICUM PRO 2x koncentrovanější: **doporučená dávka: 0,06 – 0,10 l/ha**

Deklarovaný účinek:

Komplexní působení, stimulace vitality, antistresový účinek

Doporučená doba aplikace:

Odnožování, metání

6. Technické požadavky na aplikaci listových hnojiv

Účinnost foliární výživy je do značné míry závislá na **koncentraci a dávce roztoku**, která nesmí být příliš vysoká, aby nedocházelo k popálení listů. U hlavních biogenních prvků se obvykle doporučují 2 - 5% roztoky, u stopových prvků je optimální koncentrace od 0,1 do 0,5 %. Reakce roztoku má být blízká neutrálnímu pH. Významně působí i faktory vnějšího prostředí: vzdušná vlhkost, teplota, intenzita slunečního záření. Po odpaření vody z aplikovaného roztoku při vyšší teplotě je příjem iontů omezen a může docházet i k popálení listů.

Pro listovou výživu obilnin se používají shodné postřikovače jako pro aplikaci přípravků na ochranu rostlin. To znamená, že jsou podle podmínek stanoviště (velikost obhospodařované plochy) a možností podniku používány všechny typy postřikovačů - nesené, návěsné i samojízdné.

Výběr trysek pro listovou aplikaci hnojiv

Nejdůležitějším prvkem, který rozhoduje o kvalitě postřiku jsou používané trysky. V současnosti je lze rozdělit podle způsobu rozptylu kapaliny na:

- Hydraulické
- Rotační
- Pneumatické

Trysky rotační a pneumatické se používají pro speciální aplikace a nejsou příliš rozšířeny. Do nejrozšířenější skupiny trysek hydraulických patří:

- Štěrbinové
- Nárazové
- Víceotvorové
- Vířivé

Při použití štěrbinových trysek hrozí větší nebezpečí popálení rostlin. Vířivé trysky se používají k aplikaci fungicidů a insekticidů a vytvářejí jemný rozptyl kapek. Při aplikaci kapalných hnojiv se využívají trysky nárazové a hlavně trysky **víceotvorové**.

Nárazové trysky jsou určeny pro aplikaci systémových herbicidů a kapalných listových hnojiv. V těchto tryskách je kapalina přiváděna středovým kanálkem a naráží na kolmý výřez v tělese trysky. Kapalina se tříští na poměrně velké kapky. Vytváří se plochý paprsek s úhlem rozptylu až 140°. Doporučený pracovní tlak je 100 až 200 kPa, při větších tlacích je v kapkovém spektru trysky vysoký nežádoucí podíl kapek pod 100 µm.

Víceotvorové trysky jsou vhodné pro hnojiva používaná k listové aplikaci. Součástí těchto trysek je komůrka, kde se snižuje tlak kapaliny a ošetřovaná plocha se v podstatě kropí. Trysky se vyrábějí s 3 až 8 otvory. Podle počtu otvorů v trysce se mohou vytvářet kapky o velikosti 1-3 mm. Vytvořené kapky lépe ulpívají na listech a nestékají na půdu. Je možná i současná aplikace hnojiva se systémovými herbicidy.

Při aplikaci listových hnojiv jsou tedy možné 2 způsoby:

- aplikace pouze hnojivého roztoku
- společná aplikace s dalšími přípravky

Pro aplikaci pouze hnojivého roztoku je třeba vyměnit trysky pro aplikaci pesticidů za trysky víceotvorové pro hnojení. Pokud se používá tank-mix přípravků na ochranu rostlin, je nutné podřídit výběr trysek těmto látkám. Určující je v tomto případě aplikace pesticidu, nikoliv hnojiva.

Způsoby omezení úletu aplikační kapaliny a provoz postřikovačů

Rozptylem kapaliny tryskami vzniká široké spektrum velikosti kapek. Kapkové spektrum je dáno konstrukcí a velikostí trysky a pracovním tlakem. Lze říci, že čím je tryska větší a čím je menší pracovní tlak, tím jsou vytvářeny větší kapky. Pro vyjádření velikosti kapek se používá střední objemový průměr (MVD), pro který platí, že objem všech kapek s menším průměrem než MVD se rovná objemu kapek s větším průměrem než MVD. Orientačně se používají termíny: jemné, střední, hrubé a velmi hrubé kapky spektra vytvořeného rozptylem kapaliny. V tabulce 4 je uvedeno doporučení pro volbu rozptylu při ošetřování polních plodin. Pro aplikaci kapalných hnojiv se doporučují, na rozdíl od aplikace fungicidů a insekticidů, hrubší kapky, jejichž MVD přesahuje hranici 700 µm.

Velký význam při výběru trysky má vedle MVD také podíl kapek menších než 100 μm , protože tyto kapky vlivem proudění vzduchu mohou ohrožovat okolí ošetřované plochy nebo z důvodu odpaření často na ošetřovanou plochu vůbec nedolétnou. Omezení úletu aplikační kapaliny je zajišťováno použitím mechanické clony postřikového rámu a dále výběrem trysek (**nízkoúletové trysky, injektorové-vzduch přísavající trysky**) s malým podílem kapek pod 100 μm . Další možností je využití řízení asistence proudu vzduchu (kapalina je vstřikována do vzduchové clony). V tomto případě vzduch z přídavného zařízení postřikovače rozptýlenou kapalinu strhává a žene do porostu. Rozevřením porostu a vznikající turbulencí se podporuje ošetření rostlin ze všech stran (Mašek a Heřmánek, 2006).

Při volbě dávky postřikové kapaliny je určující pojezdová rychlost postřikovačů, nastavení tlaku v systému a typ trysky s určitým objemovým průtokem kapaliny. Většina výkonných postřikovačů je vybavena systémem, kdy pomocí elektronické řídicí jednotky je zachována nastavená měrná dávka aplikační kapaliny, např. i při změně pojezdové rychlosti. Pokud postřikovač takto vybavený není, je nutné dodržovat pracovní rychlost, jinak dochází k nerovnoměrnému ošetření porostu. Pro každou trysku jsou stanoveny seřizovací tabulky pro daný tlak a pojezdovou rychlost. Dále je důležité dodržet pracovní záběr a správnou pracovní výšku nad porostem (podle typu trysky a výšky porostu).

Tab. 4 Doporučení pro volbu rozptylu při ošetřování polních plodin
(Kovaříček, 1997)

Aplikační látka	Druh zásahu	Doporučený rozptyl	Typ trysky
fungicidy a insekticidy	během vegetace	jemný	štěrbínová
herbicidy	před a po vzejití	střední až hrubý	štěrbínová
kapalná hnojiva čirá	před setím	hrubý	štěrbínová nárazová víceotvorová
půdní herbicidy a kapalná hnojiva suspenzní	před setím	hrubý až velmi hrubý	nárazová víceotvorová
kapalná hnojiva čirá	během vegetace	hrubý až velmi hrubý	nárazová víceotvorová

7. Souhrnná doporučení pro výběr a aplikaci listových hnojiv

- Všechny základní informace o listových hnojivech, zejména obsah živin a způsob použití, jsou povinně uvedeny na příslušné etiketě a lze je nalézt v databázi Registru hnojiv.
- Rozhodování o použití listové výživy významně usnadňuje diagnostika výživného stavu založená na analýze minerálního složení rostlin nebo jejich částí.
- Pro korekci zjištěných deficitů a disproporcí ve vzájemném poměru živin jsou určena hnojiva se zvýšeným obsahem dané živiny a jednosložkové koncentráty.
- Nevýhodou listové výživy je omezené množství živin dodané při jednorázové aplikaci.
- Vzhledem k malé pohyblivosti stopových živin uvnitř rostliny je jejich listová aplikace vhodná vždy při dočasně zhoršených podmínkách pro příjem z půdy (např. sucho). Při nízké půdní zásobě je třeba postřik opakovat.
- Na počátku vegetace je příjem listově aplikovaných živin limitován rozvojem (velikostí) listové plochy.
- Po vymetání porostu jsou listy obilnin schopny efektivně přijímat močovinu a metabolizovaný N využívat pro tvorbu zrna; účinnost aplikace do značné míry závisí na použití vhodné aplikační techniky (tj. otevření porostu).
- Při aplikaci hnojivého roztoku se používají hlavně trysky víceotvorové. Pokud se používá tank-mix přípravků na ochranu rostlin, je nutné podřídit výběr trysek těmto látkám. V takovém případě je určující aplikace pesticidu, nikoliv hnojiva.
- O efektivnosti listové výživy významným způsobem rozhodují povětrnostní podmínky v době aplikace, zejména:
 - Smytí aplikovaného roztoku deštěm
 - Rychlé vysychání roztoku za suchého a teplého počasí
 - Odvátí suchých deposit větrem

8. Seznam použité související literatury

Baier, J., Smetánková, M., Baierová, V., (1988): Diagnostika výživy rostlin, IVV MZVŽ ČSR, Praha

Bauer, P., Buchholz, A., Schönherr, J., (1997): Diffusion in plant cuticles as affected by temperature and size of organic solutes: Similarity and diversity among species. *Plant, Cell and Environment* 20: 982-994.

Bergman W., (1992): Nutritional Disorders of Plants – Development, Visual and Analytical Diagnosis (741 str.), Gustav Fischer Verlag Jena . Stuttgart . New York

Eichert, T., Burkhardt, J., (2001): Quantification of stomatal uptake of ionic solutes using a new model systém. *Journal of Experimental Botany* 52: 771-781.

Eichert, T., Goldbach, H.E., (2008): Equivalent pore radii of hydrophilic folia uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces – further evidence for a stomatal pathway. *Physiologia Plantarum* 132: 491-502.

Jenks, M.A., Ashworth, E.N., (2003): Plant epicuticular waxis: function production, and genetics. *Horticultural reviews* 23: 1-68.

Klír, J., Kunzová, E., Čermák P., (2008): Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi, VÚRV, v.v.i. Praha.

Kovaříček, P., (1997): Plošné postřikovače pro ochranu rostlin a hnojení kapalnými hnojivy. Praha, IVV MZe ČR, 38 s. ISBN 80-7105-159-4.

Luque, P., Gavara, R., Heredia, A., (1995): A study of the hydration process of isolated cuticular membranes. *New Phytologist* 129: 283-288.

Mašek, J., Heřmánek, P., (2006): Aplikční technika. Agro, 44 s. ISBN 80-903717-0-1.

Riederer, M., Schreiber, L., (2001): Protecting against water loss: analysis of the barrier properties of plant cuticles. *Journal of Experimental Botany* 52: 2023-2032.

Richardson, A., Wojciechowski, T., Franke, R., Schreiber, L., Kerstiens, G., Jarvis, M., Fricke, W., (2007): Cuticular permeance in relation to wax and cutin development along the growing barley (*Hordeum vulgare*) leaf. *Planta* 225, 1471 - 1481.

Schönherr, J., (1976): Water permeability of isolated cuticular membranes: The effect of pH and cations on diffusion, hydrodynamic permeability and size of polar pores in the cutin matrix. *Planta* 128, 113 - 126.

Schönherr, J., (2000): Calcium chloride penetrates plant cuticles via aqueous pores. *Planta* 212, 112 - 118.

Schönherr, J., (2001): Cuticular penetration of calcium salts: effects of humidity, anions and adjuvants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 164: 225-231.

Schreiber, L., (2005): Polar paths of diffusion across plant cuticles: New evidence for an old hypothesis. *Annals of Botany* 95: 1069-1073.

Vaněk, V. a kolektiv, (2007): *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press, s.r.o.

9. Seznam publikací, které předcházely metodice

Raimanová I., Trčková M., (2007): Factors affecting uptake of foliar applied urea, In: Proceedings of International Conference „ Plant Nutrition and its Prospects“, 5.-6.9.2007, Brno, pp. 318-321.

Trčková M., Raimanová I., Pechová M., (2007): Micronutrient uptake from foliar application of different chemical compounds, In: Proceedings of International Conference „ Plant Nutrition and its Prospects“, 5.-6.9.2007, Brno, pp. 326-328.

Trčková, M., Raimanová, I., (2007): Stopové prvky ve výživě rostlin. Zemědělec 15(18), 10.

Trčková M., (2008): Mechanismy příjmu živin a interakce kořenové a foliární výživy rostlin, Katalog hnojiv Agrofert 2008, 36 – 38.

Trčková M., Raimanová I., (2008): Aktuálně o listové výživě obilnin, Zemědělec 16(18), 17-18.

Název:	Listová výživa obilnin
Autoři:	Ing. Marie Trčková Mgr. Ivana Raimanová, Ph.D. Ing. Pavel Svoboda
Vydavatel:	Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Drnovská 507, Praha 6-Ruzyně 161 06
Náklad:	200 ks
Počet stran:	39
Vydání:	2009
Kontakt na autory:	trckova@vurv.cz raimanova@vurv.cz svoboda@vurv.cz

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2009

ISBN: 978-80-7427-030-7



Vydal Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2009