

VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV  
OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ  
VÝROBY v.v.i.



## Diagnostika výživného stavu jabloní metodou DRIS

Martin Mészáros a kol.



CERTIFIKOVANÁ  
METODIKA  
2018





VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY v.v.i.

# Diagnostika výživného stavu jabloní metodou DRIS

Martin Mészáros a kol.



CERTIFIKOVANÁ METODIKA

2018

Autoři: VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.  
Ing. Martin Mészáros, Ph.D., Ing. Hana Bělíková, RNDr. Patrik Čonka, Ph.D.,  
Ing. Jan Náměstek, Ph.D.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY v.v.i.  
Ing. Gabriela Kurešová, Ph.D., Ing. Jan Haberle, CSc.

Název: **Diagnostika výživného stavu jabloní metodou DRIS**

Vydal: VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.  
Holovousy 129, 508 01 Hořice v Podkrkonoší

Vyšlo v roce: 2018

Vydáno bez jazykové úpravy.

Kontakt na vedoucího autorského kolektivu: martin.meszaros@vsuo.cz

Autoři fotografií:  
Ing. Martin Mészáros, Ph.D., Ing. Luděk Laňar

Oponenti:

Odborný oponent z oboru: Ing. Martin Kulhánek, Ph.D., ČZÚ Praha

Oponent ze státní správy: Ing. Michaela Budňáková, MZE

Certifikovaná metodika vznikla za finanční podpory Národní Agentury pro Zemědělský Výzkum, jako jeden z výstupů řešení projektu QJ1510133 s názvem „Inovace metod monitoringu a diagnostiky výživy ovocných dřevin pro efektivní hnojení v intenzivních výsadbách“. Při zpracování metodiky byla rovněž využita infrastruktura projektu LO1608.

© VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.,  
2018  
www.vsu0.cz

**ISBN 978-80-87030-63-9**

# Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle metodiky.....	9
3. Vlastní popis metodiky.....	10
3.1. Diagnostika výživného stavu ovocných dřevin.....	10
3.2. Principy a metodický postup v odběru vzorků listů jabloní.....	10
3.3. Principy a metodický postup v odběru vzorků plodů jabloní.....	16
3.4. Metody diagnostiky výživného stavu ovocných dřevin.....	19
3.4.1. Metoda vyhovujícího obsahu živin.....	19
3.4.2. Metoda DRIS, M-DRIS.....	20
3.4.3. Metoda CND.....	23
3.5. Popis softwaru pro diagnostiku výživného stavu jabloní HOL-DRIS.....	24
3.5.1. Základní informace o softwaru.....	24
3.5.2. Příprava DRIS standardů.....	25
3.5.3. Interpretace DRIS indexů.....	26
4. Srovnání novosti postupů.....	28
5. Popis uplatnění metodiky.....	28
6. Ekonomické aspekty.....	29
7. Seznam použité literatury.....	30
8. Seznam publikací, které předcházely metodice.....	33



## **ABSTRACT**

The present publication is focused on diagnostics of the nutrient status of apple trees starting with the description of sample collection and mineral analysis ending with the sample diagnosis. It describes the principles of the sufficiency range, Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) and Compositional Nutrient Diagnosis (CND) methods and their mutual comparison. This publication further describes the manual for the software focused on the nutritional diagnostics using DRIS. This methodology is designated for the fruit growers and for consultancy companies focused on nutrition of fruit trees, allowing them to evaluate the nutritional status of apple trees in their orchards. This research are based on the results of the project QJ1510133 and on literature review.

## **SOUHRN**

Metodika je zaměřená na diagnostiku výživného stavu jabloní počínaje odběrem a analýzou vzorků až po jejich samotné vyhodnocení. Je zde uveden popis principů diagnostických metod vyhovujícího obsahu živin, DRIS (The Diagnosis and Recommendation Integrated System, tj. Integrovaný systém diagnostiky a poradenství) s CND (Compositional Nutrient Diagnosis, tj. Kompoziční diagnóza výživného stavu) včetně jejich porovnání. V publikaci je dále uveden návod k použití softwaru pro diagnostiku obsahu živin metodou DRIS. Tato metodika je určena pro pěstitele a jejich poradce a poradenské firmy zaměřené na výživu a hnojení ovocných dřevin, kteří budou schopni samostatně zhodnotit výživný stav u jabloní pomocí DRIS. Poznatky uvedené v publikaci pocházejí z výsledků dosažených v projektu QJ1510133 a z literární rešerše.





# 1. ÚVOD

V České republice postupně dochází ke změnám v technologii pěstování jaderovin. Ovocné sady jsou zakládány v moderních pěstitelských tvarech s využitím nových přístupů k řezu. Rozšiřuje se síť kapkových závlah a zvyšuje se intenzita pěstování s využitím užšího sponu. Na pěstitele je tvořen stále vyšší tlak na produkci vysokého výnosu kvalitního ovoce.

Jedním z nejvýznamnějších faktorů, kterým lze kvalitu produkce ovlivnit, je zajištění dostatečného množství přístupných živin v průběhu vegetační sezóny. Navržení správného programu hnojení pro konkrétní sad je jednou z hlavních podmínek pro růst zdravých stromů s vysokým výnosem kvalitních plodů. Takový program je nezbytnou součástí pro efektivní využití potenciálu ovocného sadu a co nejlepší zpeněžení produkce.

Pro navržení správného postupu hnojení, který zajistí optimální dostupnost živin, je nezbytná znalost podmínek a potřeb daného ovocného sadu. Potřeby jabloní lze stanovit pomocí diagnostiky jejich výživného stavu. Požadavky na výživu jabloní se mění v závislosti na vegetační fázi růstu stromů, jejich stáří, plodnosti a na podmínkách prostředí ovocného sadu. Tyto faktory jsou pak vneseny do plánu hnojení a upravovány podle aktuálních podmínek a výživného stavu jabloní.

Aktuální výživný stav jabloní nejlépe popisuje diagnostika založená na listové analýze. Pro hodnocení je možné použít kritéria, která udávají mezní hodnoty jednotlivých živin, nebo pokročilejší systémy hodnocení výživného stavu, které zohledňují poměry mezi jednotlivými živinami a částečně i vliv prostředí. Metody hodnocení výživného stavu jsou shrnuty v textu metodiky.

## 2. Cíle metodiky

Cílem uvedené metodiky je obeznámit pěstitele se základními pravidly odběru a zpracování vzorků rostlinné hmoty (listů a plodů) pro diagnostiku výživného stavu u jabloní vycházejícího z jejich fyziologických procesů a potřeb. Publikace má dále obeznámit uživatele s novějšími diagnostickými metodami (metoda DRIS), jejich principy a výhodami v porovnání se stávajícími metodami diagnostiky živin. Metodika je zaměřena na popis funkce a interpretaci výstupů z programu pro výpočet DRIS indexů u jabloní. Metodika má zároveň přispět k vyšším výnosům kvalitního ovoce určeného pro stolní účely. Vychází ze současných zahraničních i domácích výsledků výzkumu, ale i dlouholetých zkušeností z praxe.

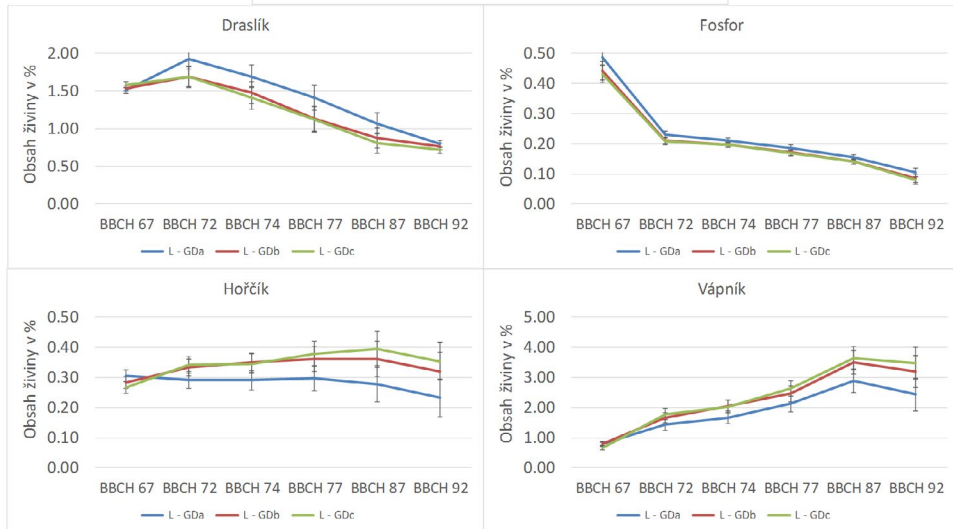
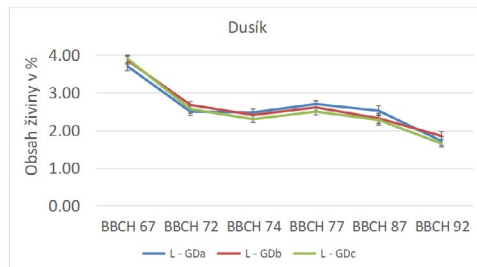
### 3. Vlastní popis metodiky

#### 3.1. Diagnostika výživného stavu ovocných dřevin

Výživa ovocných dřevin je komplexní proces, který zahrnuje příjem, transport a metabolické zpracování živin v rostlinných pletivech. Jednotlivé živiny jsou primárně přijímány z půdy kořenovým vlášením a dále transportovány do míst jejich metabolického zpracování a konečné spotřeby pro růst a zajištění životních funkcí dřevin. Obsah jednotlivých živin v půdě představuje základní předpoklad vyrovnané výživy a tím i dobrého růstu. Jelikož dostupnost živin z půdy může být z řady důvodů omezena (Tromp a kol., 2005; Vaněk a kol. 2007), jejich obsah v půdě nemusí nutně korespondovat s aktuálními fyziologickými potřebami ovocných dřevin. Listy ovocných dřevin představují rostlinný orgán, kde je soustředěna řada fyziologických procesů včetně uhlíkového metabolismu (např. fotosyntéza, respirace,...). Živiny zde plní vedle zásobní funkce i role strukturních komponentů buněčných organel a aktivně se účastní metabolických procesů. Z tohoto důvodu je pro přesnější hodnocení výživného stavu ovocných dřevin upřednostňována kontrola obsahu živin v listech pomocí chemické analýzy. Jako doplněk lze využít i analýz plodů, které mohou rozšířit získané informace zejména s ohledem na jejich kvalitu a uchovatelnost.

#### 3.2. Principy a metodický postup v odběru vzorků listů jabloní

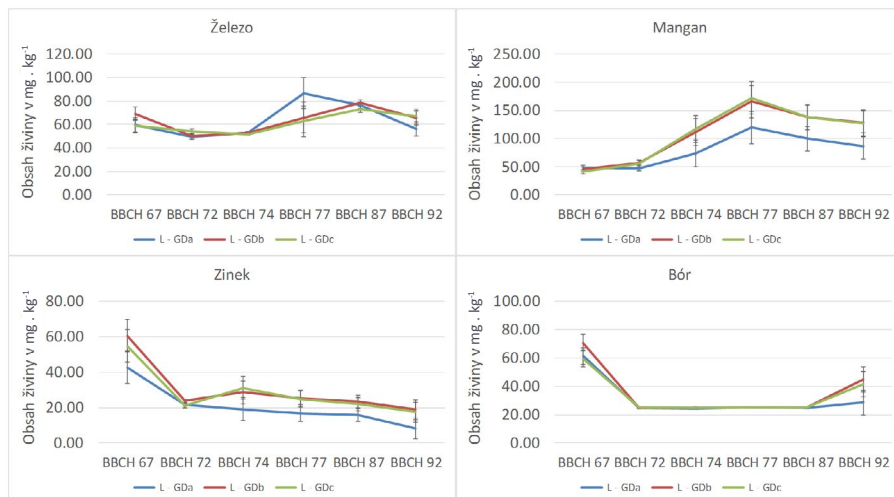
Pro správnou diagnostiku výživného stavu jabloní pomocí analýzy listů je v první řadě nezbytné vymezit standardní postup pro odběr vzorků. Cílem je omezit variabilitu vzorku v rámci prostoru a času, a umožnit tak pěstitelům přesnější interpretaci zjištěných dat. Obsah živin v listech je ovlivněn aktuálními potřebami jabloní pro růst a vyzrávání pletiv v jednotlivých fenologických fázích vývoje, dále vnitřním cyklem živin, aktuální nasadou plodů, rychlostí příjmu a transportu živin a jejich vzájemnými vztahy (Neilsen a kol., 2001; Tromp a kol., 2005; Miles, 2010; Neumannová a kol., 2017).



Obrázek 1. Vývoj obsahu makroelementů v sušině listů ve vybraných fenofázích (Meier, 2001) u 3-letých jableň odrůdy 'Golden Delicious' ve třech výškách koruny: GDa – vrchní část koruny, GDb – prostřední část koruny („okno“), GDc – spodní část koruny

Dle výsledků výzkumu se obsah živin v sušině listů (dále jen v listech) jableň v průběhu vegetační sezóny významně mění. V průběhu rašení jableň využívají především vlastní zásoby živin, kterými vyživují květy a první listové růžice. V tomto období je příjem živin kořeny nízký a zvyšuje se až s klesající úrovní rostlinných zásob na konci kvetení (Nielsen a kol., 2001). S tím souvisí vysoké obsahy dusíku, fosforu a draslíku v listech na začátku vegetační sezóny. V jejím průběhu koncentrace uvedených živin v listech postupně klesají (Obrázek 1) z důvodu aktivního růstu letorostů. Opačný vývoj u jableň vykazuje vápník, jehož nízký obsah na začátku vegetační sezóny je spojen s jeho nízkou zásobou a slabou mobilitou v rostlinách. Omezená mobilita vápníku je příčinou jeho sníženého obsahu zejména v mladých pletivech (přírůstky letorostů). Koncentrace Ca v listech

jabloní s dalším průběhem vegetační sezóny (také v souvislosti s ukončením aktivního prodlužování letorostů) zpravidla stoupá (Obrázek 1). Obsah hořčičku v listech jabloní bývá v průběhu vegetační sezóny obvykle vyrovnaný (Obrázek 1), ale v závislosti na okolnostech (zejména na akumulaci draslíku) může také mírně stoupat nebo klesat (Tromp a kol., 2005; Mészáros a kol., 2018).



Obrázek 2. Vývoj obsahu mikroelementů v sušině listů ve vybraných fenofázích (Meier, 2001) u 3-letých jabloní odrůdy 'Golden Delicious' ve třech výškách koruny: GDa – vrchní část koruny, GDb – prostřední část koruny („okno“), GDc – spodní část koruny

Křivky obsahu mikroelementů v listech jabloní mají také rozdílný vývoj (Obrázek 2). Avšak díky nízkému obsahu v porovnání s makroelementy, jejich křivky vývoje mohou být mnohem variabilnější. Pokles obsahu mikroelementů na začátku vegetační sezóny je spojen z jejich významnou spotřebou pro účely raného vývoje listové plochy, kvetení a nasazování mladých plůdků. V průběhu vegetační sezóny obsahy málo pohyblivého železa a manganu obvykle následně stoupají, zatímco ve floému pohyblivý zinek se zpravidla projevuje stabilním obsahem nebo jen mírným poklesem. Obsah bóru v listech jabloní bývá, podobně jako u hořčičku, poměrně stabilní nebo se v průběhu vegetační sezóny jen pozvolna zvyšuje. Vývoj obsahu mikroelementů v listech jabloní zpravidla souvisí s množstvím a způsobem příjmu živin do rostliny, jejich mobilitou v rostlině a preferencí cílových pletiv (Picchioni a kol., 1995; Kim a kol., 2006; Gupta a kol., 2016; Kurešová a kol., 2017 – v tisku). Z uvedených informací vyplývá, že pro spolehlivé porovnání

a interpretaci naměřených hodnot obsahu živin, je nezbytné odebírat vzorky listů v doporučených termínech. Pro tyto termíny jsou vypracovány již ověřené referenční databáze, které uvádějí vyhovující obsahy živin v listech ovocných druhů, včetně jabloní (Hudská, 1983; Bergmann, 1988; Blažek, 2001).



Obrázek 3. Strom jabloně v pěstitelském tvaru zákrssek



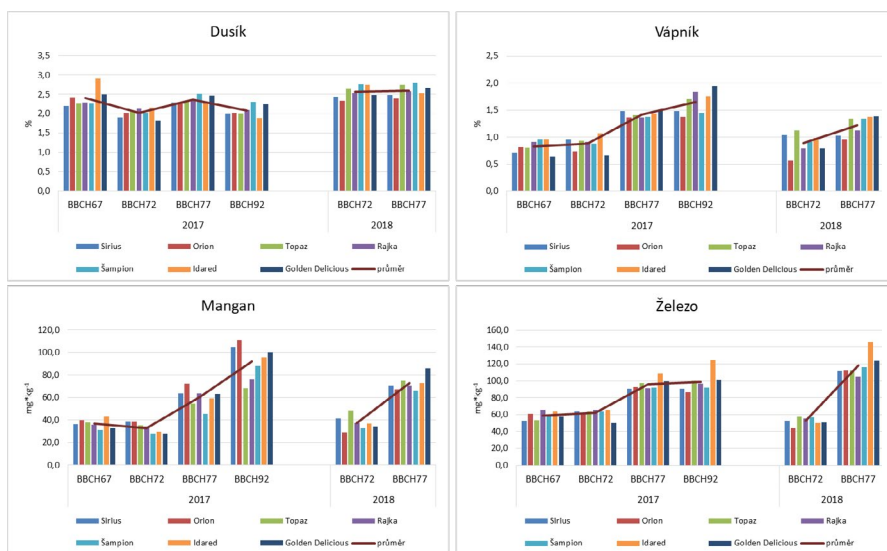
Obrázek 4. Jabloně v pěstitelském tvaru štíhlé větveno s uplatněním zásad řezu na „klik“

Jelikož se v posledních letech projevuje vysoká variabilita nástupu ovocných dřevin do vegetace, je potřeba upravit i přístup k tvorbě referenčních hodnot pro jabloně, které by se správně měly vztahovat spíše ke konkrétní fenologické fázi růstu nežli k určitému kalendářnímu období. Na základě výsledků výzkumu jsou za vhodné považovány termíny odběrů ve fázích BBCH 72, 74 a 77. Z pohledu pozice indikačního orgánu se obsah živin v listech mění se vzdáleností od místa aktivního růstu, a tedy i jejich pozici podél letorostů od jejich bází k růstovému vrcholu. Mladé listy na vrcholcích letorostů mají zpravidla vyšší obsah N, P, K a nižší podíl Ca a Mg v porovnání se staršími listy nacházejícími se na jejich bázi (Hudská, 1983). V průběhu výzkumu byla také zjištěna významná variabilita v obsahu některých živin s ohledem na pozici odebíraných listů v rámci výšky koruny jabloní. Vzhledem ke změně pěstitelských tvarů jabloní ze zákrsku na štíhlé vřeteno a jeho případné modifikace, se tvar koruny a její světelné podmínky podstatným způsobem změnily. Zatímco tvar koruny u zákrsku je spíše elipsovitý (Obrázek 3), u štíhlého vřetene s modifikací řezu větví „na klik“ je kuželovitý (Obrázek 4). Rozložení větví v uvedeném pěstitelském tvaru je založeno na přítomnosti 5–7 hlavních větví na bázi koruny, nad kterými se uprostřed koruny nachází tzv. „okno“ (30–40 cm část kmene pouze s krátkým plodným obrostem) a terminální část, která je zapěstovaná podobným způsobem jako kosterní větve ve spodní části koruny (Sus a kol., 2016). Z výsledků (Obrázek 1 a 2) získaných během výzkumu na 3-letých jabloních pěstitelského tvaru štíhlé vřeteno s řezem na „klik“ je patrné, že se obsah živin (zejména obsah K, Mg, Ca, Zn a Mn) v jednotlivých částech koruny může významně lišit. Rozdíl je patrný zejména ve vrchní části koruny v porovnání s výsledky naměřenými ve střední a spodní patře koruny. Z tohoto důvodu lze pro účely analýzy obsahu živin v listech jabloní pěstovaných ve tvaru štíhlé vřeteno doporučit odběr vzorků z dobře osvětlených letorostů ve střední a spodní části koruny (Obrázek 5). Uvedené doporučení je úpravou stávající metody odběru listů pouze z prostřední části koruny po jejím obvodu. Nadále však platí, že listy je třeba odebírat ze střední části letorostů průměrné síly, rostoucích mírně vzpřímeně, ideálně pod úhlem 30–60°.

Z výzkumu provedeného na sedmi odrůdách jabloní ve 3-leté pokusné výsadbě VÚRV v Praze Ruzyni, je možné usuzovat, že vliv odrůdy v porovnání s dalšími faktory je poměrně nízký. Významné rozdíly se projevují pouze u některých prvků a mění se i podle průběhu jednotlivých ročníků. Příklady meziodrůdové variability uvádí obrázek 6.



Obrázek 5. Pozice letorostů vhodných pro odběr vzorků listů a plodů pro minerální analýzu (foto: L. Laňar)



Obrázek 6. Změny obsahu vybraných živin v listech u sedmi odrůd pěstovaných v pokusné výsadbě v Praze Ruzyni v letech 2017–2018.

Při odběru vzorků listů jabloní by tak měla být dodržována následující pravidla:

- Při volbě odběrného místa je nezbytné zohlednit rozmanitost půdních podmínek stanoviště, zdravotní stav a věk výsadby, pěstitelský tvar a použitou technologii pěstování. Průměrný vzorek je odebírán z celistvé části výsadby stejného druhu, odrůdy a podnožové kombinace. Maximální plocha pro odběr vzorku při dodržení zmíněných pravidel činí 5–10 ha sadu. V případě výskytu u růstových nebo jiných anomálií u vybraných jedinců v rámci výsadby je vhodné pro tyto stromy vytvořit samostatný vzorek.
- Pro pořízení průměrného vzorku je třeba odebrat 100–150 listů. Listy se odebírají rovnoměrně z celého bloku sadu určeného pro daný vzorek. Stromy určené pro odběr vzorku by měly být rozmístěny přibližně v pravidelných vzdálenostech v řadách i napříč řadami. Z každého stromku jsou odebírány 1–4 listy.
- U moderních pěstitelských tvarů jabloní se odebírají listy z průměrně dlouhých a dobře osvětlených letorostů, rostoucích ve spodní nebo prostřední části koruny mírně vzpřímeně pod uhlím 30–60°. Odebírají se pouze zdravé, plně vyvinuté listy ze střední části letorostů.
- Vzorky ukládáme do papírových sáčků, které jsou řádně popsány pro pozdější identifikaci. Je nezbytné uvést ovocný druh (odrůdu), lokalitu (označení parcely/GPS souřadnice), a datum odběru. Popis lze vhodně doplnit dalšími upřesňujícími informacemi o stavu stromů souvisejícími s jejich růstem nebo jinými (abnormálními) fyziologickými projevy. Pokud se vzorek obratem neodesílá do patřičné laboratoře, je doporučeno listy omýt v destilované vodě pro odstranění všech nečistot a ponechat sušit v dobře odvětrané bezprašné místnosti. Proschlé listy lze dosušit v sušárně při teplotě 50–60 °C. Suché vzorky se společně s vyplněným objednávkovým listem zasílají do příslušné agrochemické laboratoře.

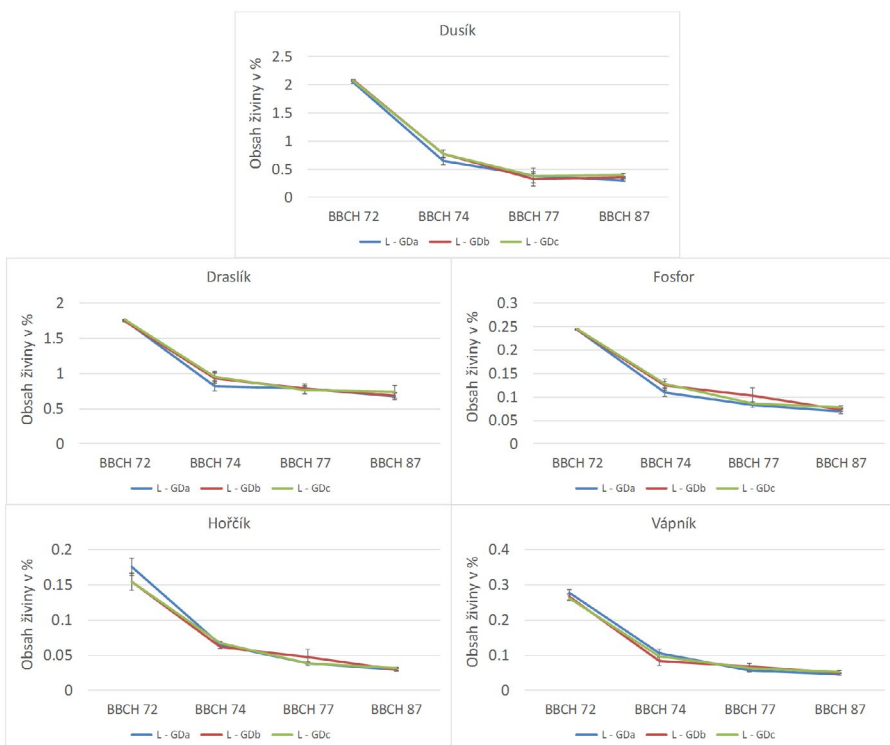
### 3.3. Principy a metodický postup v odběru vzorků plodů jabloní

Odběr plodů u jabloní provádíme zejména z důvodu užšího vztahu koncentrace živin v plodech s kvalitou plodů (především s ohledem na výskyt fyziologických poruch), než je tomu v případě využití listových analýz. Z pohledu minerální výživy je kvalita plodů jabloní v literatuře spojována především s optimálním obsahem dusíku, draslíku, hořčíku, vápníku, fosforu a bóru. Vyrovnaný obsah těchto živin v plodech je základním předpokladem jejich optimálního vývoje projevujícího se dobrou pevností dužniny, dostatečným vybarvením, dobrými senzorickými vlastnostmi, obsahem

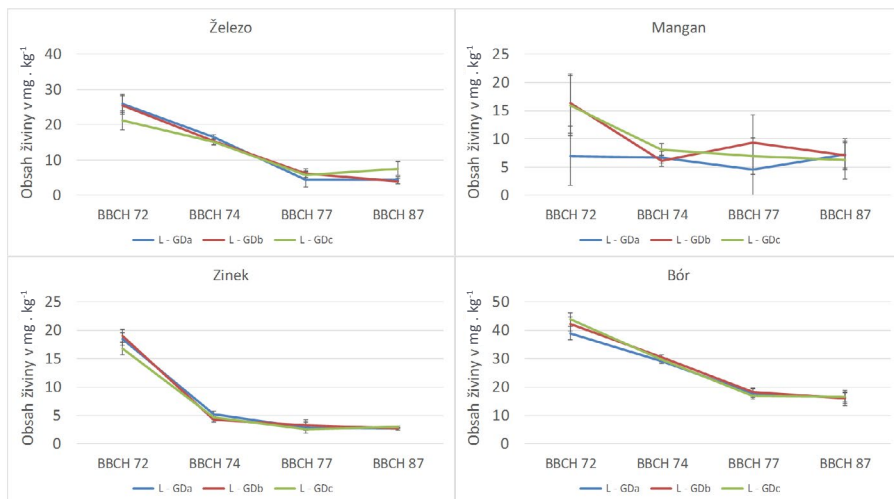


sacharidů, vitamínů a dalších nutričních látek, a nízkou pravděpodobností výskytu fyziologických chorob, např. hořká pihovitost, korková skvrnitost, atd. (Faust and Shear, 1968; Fallahi a kol., 1997; Neilsen a kol., 2005).

Obsah živin v sušině plodů se podobně jako v listech v průběhu jejich vývoje mění a vyznačuje se zpravidla výrazným poklesem (Obrázek 7 a 8). Tato změna souvisí především s celkovou násadou plodů, intenzitou růstu plodů a zvýšenou spotřebou živin pro aktivní růst letorostů. Z výsledků je dále patrné, že obsah živin v plodech jabloní v jednotlivých částech koruny je u většiny prvků poměrně málo variabilní. Tato variabilita navíc klesá s průběhem vegetace a pravděpodobně souvisí s ukončováním primárního růstu letorostů. Pro zjednodušení tak lze pro odběr vzorků plodů doporučit stejná místa v koruně jako při odběru listových vzorků.



Obrázek 7. Vývoj obsahu makroelementů v sušině plodů ve vybraných fenofázích (Meier, 2001) u 3-letých jabloní odrůdy 'Golden Delicious' ve třech výškách koruny: GDa – vrchní část koruny, GDb – prostřední část koruny („okno“), GDc – spodní část koruny



Obrázek 8. Vývoj obsahu mikroelementů v sušíně plodů ve vybraných fenofázích (Meier, 2001) u 4-letých jableň odrůdy 'Golden Delicious' ve třech výškách koruny: GDa – vrchní část koruny, GDb – prostřední část koruny („okno“), GDc – spodní část koruny

Odběr vzorků plodů jableň by měl probíhat následovně:

- Vzorky plodů by měly být odebírány s ohledem na stejné členění pozemku do bloků jako při odběru vzorků listů.
- Pro pořízení průměrného vzorku z výsadby je třeba odebrat alespoň 25–50 plodů. Plody je nutné odebrat rovnoměrně z celé vzorkované výsadby. Podle aktuální fenologické fáze plodů odebíráme 1–2 kusy na strom.
- V moderních výsadbách jableň jsou plody odebírány po obvodu spodní a prostřední části koruny. Plody by měly být průměrné velikosti, odpovídající stanovené fenologické fázi. Odebírají se pouze zdravé (platí pro výskyt patogenních škůdců a chorob, nikoliv však pro fyziologické poruchy) a mechanicky nepoškozené plody. V případě výskytu fyziologických poruch by tyto plody měly být ve vzorku zastoupeny v závislosti na jejich výskytu ve výsadbě.
- Vzorky se odebírají do přiměřeně velikých papírových sáčků, které jsou řádně označeny základními údaji o vzorku (viz odběr vzorků listů). V případě, že není možné vzorky plodů odeslat obratem do příslušné laboratoře, je možné je krátkodobě uskladnit v chlazeném prostoru, např. v chladírně nebo v ledničce.

### 3.4. Metody diagnostiky výživného stavu ovocných dřevin

#### 3.4.1. Metoda vyhovujícího obsahu živin

Metoda vyhovujícího obsahu živin představuje v současnosti nejčastěji využívaný postup při diagnostice výživného stavu ovocných dřevin. Princip metody je založen na porovnávání obsahu jednotlivých živin stanovených ve vzorku s tabulkovými hodnotami (tzv. normy obsahu živin). Vyhovující obsah obvykle představuje rozmezí hodnot, ve kterých je daný prvek v dostatečné koncentraci v sušině listů (Hudská, 1983; Bergmann, 1988; Blažek, 2001). Pokles nebo zvýšení obsahu prvku mimo vyhovující hodnoty způsobuje jeho nedostatek nebo nadbytek, který se projevuje poklesem růstu, plodnosti a případným rizikem snížení kvality ovoce. V případě stanovení deficitního obsahu některého z prvků, je třeba navýšit jeho stávající dávku hnojení. Naopak při překročení obsahu nad vyhovující hodnoty lze dávky hnojení tímto prvkem snížit nebo zcela vypustit.

Výhodou metody vyhovujícího obsahu je snadná interpretace stanovených dat. Nevýhodou je poměrně široký rozsah vyhovujících hodnot a jejich přirozená variabilita v pletivech listů v závislosti na stáří, resp. fenologické fázi ovocných dřevin během vegetační sezóny. Pro diagnostiku jableň v podmínkách České republiky je možné využít například hodnotící kritéria podle Blažka (2001), které uvádí tabulka 1. rozšířená o kritické deficitní hodnoty podle Neilsena a kol. (2003).

Tabulka 1. Obsah živin v listech jableň (Blažek, 2001)

Jednotka	Živina	Příznaky deficitu*	Obsah živin		
			nízký	optimální	vysoký
% v sušině	Dusík	pod 1,5	1,8 - 2,09	2,1 - 2,4	nad 2,4
	Fosfor	pod 0,13	pod 0,15	0,15 - 0,32	nad 0,32
	Draslík	1	0,7 - 0,99	1,0 - 1,5	nad 1,5
	Hořčík	0,20	0,18 - 0,21	0,22 - 0,32	nad 0,32
	Vápník	0,7	0,7 - 1,3	1,3 - 2,0	nad 2,0
mg.kg <sup>-1</sup> suš.	Železo	45	50 - 100	100 - 300	nad 300
	Bor	20	18 - 24	25 - 45	nad 45
	Zinek	14	12 - 24	25 - 50	nad 50
	Měď	5	2 - 7	8 - 20	nad 20
	Mangan	25	21 - 40	41 - 100	nad 100
	Molybden	0,05	0,05 - 0,3	0,4 - 1,2	nad 1,2

\*Příznaky deficitu podle Neilsen a kol., 2003

### 3.4.2. Metoda DRIS, M-DRIS

DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System, tj. Integrovaný systém diagnózy a poradenství) představuje metodu, kterou poprvé popsal E. R. Beaufils (1973). V porovnání s předešlou metodou se v metodě DRIS pro interpretaci výsledků listových analýz využívá indexů vypočtených z duálních poměrů živin. To umožňuje paralelní hodnocení koncentrace živin i jejich vzájemného poměru v rostlinné hmotě. Výsledkem jsou rozdíly v obsahu živin na numerické ose zohledňující nejenom relativní nedostatek nebo nadbytek živin, ale i pořadí jejich důležitosti podle nároků ovocných dřevin. Pomocí Nutričního Balančního Indexu (NBI) lze pak stanovit intenzitu odchylky výživného stavu analyzovaného vzorku od ideálního poměru živin. V důsledku tak metoda DRIS umožňuje komplexní zhodnocení výživného stavu ovocných dřevin (Baldock a Schulte, 1996). Uvádí se, že hodnocení výživného stavu pomocí metody DRIS také snižuje efekt kumulace biomasy z důvodu nižší citlivosti duálních poměrů ke stárnutí listů během vegetační sezóny. Změny obsahu živin v čase, které tato metoda zohledňuje, jsou považovány za jednu z hlavních výhod na rozdíl od Metody vyhovujícího obsahu živin (Walworth a Sumner, 1987).

Pro diagnostiku výživného stavu metodou DRIS je v první řadě potřeba zajistit vytvoření tzv. DRIS standardu (normy). Pro přípravu normy je potřebné vytvořit databázi širší řady pozorování výše výnosů v souvislosti s analýzou minerálního obsahu živin v listech. Samotná norma sestává z výpočtu průměrů duálních poměrů a jejich koeficientu variance z analyzovaných vzorků listů, které pocházejí z populace ovocných dřevin (sadů) s vysokou produkcí kvalitních plodů a dobrým zdravotním stavem (Beaufils, 1973). Shromážděnou databázi je proto nutné dále rozdělit dle plodnosti na vysoce plodnou (referenční) část a slaběji plodnou (nereferenční) část populace. Kvalita databáze přitom bývá nezávislá na jejím rozsahu. Naopak nižší počet vzorků specifických pro danou oblast nebo odrůdu bývá efektivnější než získávání všeobecných standardů z vysokého počtu vzorků, zahrnujících vyšší variabilitu způsobenou dalšími faktory (např. environmentální podmínky, podnož/odrůda, atd.; Walworth a kol., 1988; Mourão Filho, 2004). Pro zpřesnění databáze referenční populace s ohledem na průběh vegetační sezóny je vhodné (i navzdory nižší citlivosti duálních poměrů) ověřit obsah živin v klíčových fenologických fázích růstu. Po stanovení duálních poměrů živin u referenční populace lze DRIS kalkulaci dále upřesnit volbou přímého (např. N/P) nebo obráceného poměru (P/N) živin. Tuto volbu lze provést několika způsoby, ze kterých jsou nejčastěji využívána kritéria, tzv. F hodnota nebo R hodnota.

Hodnota F je založena na poměru variance duálních poměrů A/B mezi referenční a nereferenční (hodnocenou) populací a na jejím porovnání s obráceným poměrem variance duálních poměrů živin B/A mezi nereferenční a referenční populací (Jones, 1981; Letsch, 1985; Walworth a Sumner, 1987). Následně je zvolen duální poměr, který má vyšší výslednou varianci.

Hodnota R je počítána na základě korelace duálních poměrů živin s výnosem ovocných dřevin, kde poměr živin (A/B nebo B/A) s vyšší korelací je využitý pro tvorbu normy (Nick, 1998).

Po vytvoření normy lze již hodnotit výživný stav vzorků. To se provádí pomocí tzv. DRIS indexů, které jsou počítány pro každou živinu. Výpočet DRIS indexů je tvořen ze dvou kroků. Nejprve je vypočtena funkce pro každý duální poměr živin podle následujícího vzorce (Walworth a Sumner, 1987):

$$f(A/B) = \left( \frac{A/B}{a/b} - 1 \right) \frac{1000}{CV}; \text{ pokud platí, že } A/B \geq a/b$$

nebo:

$$f(A/B) = \left( 1 - \frac{a/b}{A/B} \right) \frac{1000}{CV}; \text{ pokud platí, že } A/B < a/b$$

Kde:

*A/B* – duální poměr živin v analyzovaném vzorku

*a/b* – optimální duální poměr živin v normě

*CV* – koeficient variance související s daným duálním poměrem v normě

Následně jsou tyto funkce sečteny a vyděleny počtem funkcí v indexu podle vzorce:

$$\text{Index } A = \frac{[f(A/B) + f(A/C) + f(A/D) \dots + f(A/N)]}{n}$$

$$\text{Index } B = \frac{[-f(A/B) + f(B/C) + f(B/D) \dots + f(B/N)]}{n}$$

$$\text{Index } N = \frac{[-f(A/N) - f(B/N) - f(C/N) \dots - f(M/N)]}{n}$$

Každý index tak představuje průměr funkcí obsahujících danou živinu. *CV*, využitý v každé funkci indexu, představuje relativní důležitost jednotlivých funkcí v indexu ve vztahu k plodnosti ovocných dřevin. V případě využití inverzního poměru živin je znaménko funkce příslušného poměru opačné.

Vedle klasické metody výpočtu DRIS indexů existuje rozšíření, tzv. M-DRIS (Hallmark a kol., 1987) zahrnující obsah sušiny organické biomasy. Ve výpočtu M-DRIS je sušina vyjádřena formou dalšího indexu podobně

jako jednotlivé analyzované živiny. Důvodem pro zahrnutí sušiny do výpočtu indexů je snahou zohlednit obsah jinak opomíjených živin C, H a O v hodnocení výživy ovocných dřevin. Uvádí se, že sušina představuje mimo jiné i dobrý indikátor vyzrállosti pletiv (Mourão Filho, 2004).

Principy DRIS umožňují vedle analýzy listů i analýzu jiných částí dřevin (např. plodů) nebo půdy (Mourão Filho, 2004). Pro tento účel je však opět nezbytné připravit vhodné normy.

V rámci interpretace výsledků DRIS indexy představují hodnocení určité vyrovnanosti ve výživě ovocných dřevin. To znamená, že pokud se všechny indexy blíží nebo rovnají nule, poměr živin ve vzorku je vyrovnaný a blíží se optimu vycházejícímu ze stanovené normy. Pokud některý z indexů vykazuje hodnoty menší než nula, tato živina se ve vzorku nachází v relativním nedostatku. Naopak výskyt indexu vyššího než nula znamená relativní nadbytek dané živiny vůči ostatním. Čím vyšší je absolutní hodnota daného indexu, tím více se obsah živiny odlišuje od optimálního poměru (Beaufils, 1973).

Seřazením indexů vzestupně podle jejich vypočtených hodnot můžeme stanovit pořadí důležitosti nedostatku/nadbytku jednotlivých živin v hodnoceném vzorku. Pokud tedy vypočítáme následující indexy pro živiny dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku (Tabulka 2), interpretace výsledku bude následovná: dusík představuje živinu v největším deficitu, fosfor je z pohledu vyrovnaného obsahu živin také v mírném deficitu. Draslík se ve vzorku nachází v relativním optimu v porovnání s ostatními hodnocenými živinami. Obsah vápníku ve vzorku je v relativním nadbytku a obsah hořčíku je ve výraznějším přebytku naproti optimálnímu poměru živin. S ohledem na následné doplňování živin je potřeba dbát na fakt, že dodání 1 živiny (např. dusíku), upraví i ostatní indexy. To může vést k tomu, že živiny v relativním optimu nebo i mírném nadbytku se mohou projevit jako deficitní po doplnění jedné z živin.

Tabulka 2. Příklad vypočtených DRIS indexů pro makroelementy

Živina	N	P	K	Ca	Mg
Hodnota indexu	-15	-6	0	5	18

Pro interpretaci výsledků DRIS analýzy z pohledu potenciální odezvy ovocných dřevin na aplikaci živin je rozlišováno několik postupů. Systém potenciální odezvy na aplikaci živin původně prezentoval Wadt (1996). Uvedený systém vychází z výpočtu tzv. NBIa (Nutrient Balance Index average), tedy průměru balančního indexu vypočteného jako průměr sumy absolutních hodnot všech vypočtených DRIS indexů (odchylek od ideálních poměrů živin). Následně jsou výsledky jednotlivých indexů interpretovány

jako 1) „výrazný deficit“ – daný DRIS index pro živinu je záporné číslo, v absolutní hodnotě vyšší než vypočtený NBIa. Navíc uvedený DRIS index je zároveň nejnižší ze všech vypočtených indexů. Takovou živinu představuje prvek, jehož aplikace dřevině s nejvyšší pravděpodobností přinese významný pozitivní efekt. Další indexy se zápornou hodnotou vyšší než NBIa, interpretované jako 2) „deficitní“, představují živiny, jejichž doplnění může také pozitivně ovlivnit růst, očekávaný výnos či kvalitu ovoce. U živin dosahujících hodnoty DRIS indexu rovné nebo blízké nule nepřesahující NBIa jsou považovány za 3) „vyrovnané“. U těchto živin se bez další změny obsahu ostatních živin nepředpokládá jakákoliv reakce u ovocných dřevin na jejich doplnění. Za živiny s 4) „nadbytkem“ jsou považovány ty, u kterých DRIS index je kladnou hodnotou přesahující NBIa. V tomto případě další doplňování uvedené živiny bez dřívější korekce výživného stavu může mít spíše negativní vliv na plodnost či kvalitu ovoce. Poslední status, 5) „vysoký nadbytek“ představuje živina splňující parametry předešlé kategorie, kdy však DRIS index představuje z pomezí všech hodnot tu nejvyšší. Doplňování takovéto živiny pravděpodobně povede k negativní reakci pěstovaných dřevin. Samozřejmě uvedené hodnocení představuje pouze aktuální stav a neznamená tedy, že v případě vyrovnaného obsahu lze hnojení danou živinou vyloučit.

Dalším způsobem hodnocení obsahu živin s využitím DRIS indexů je metodou tzv. Beaufilesových rozsahů. Tyto rozsahy jsou pro jednotlivé živiny vypočteny pomocí modelu přepočítávajícího vztah mezi obsahem živin v listech a DRIS indexy. Z optimálních indexů DRIS jsou stanoveny intervaly směrodatné odchylky pro každou živinu. Pokud vycházíme z uvedených kritérií, živiny s hodnotou nižší než  $-4/3$  směrodatné odchylky jsou považovány za deficitní, v rozsahu  $-4/3$  až  $-2/3$  za mírně deficitní, v rozsahu  $-2/3$  až  $2/3$  za vyhovující, živiny v rozsahu  $2/3$  až  $4/3$  jsou v luxusním obsahu a živiny překračující  $4/3$  směrodatné odchylky jsou ve výrazném nadbytku. Uvedený postup tak slouží k úpravě hodnot vyhovujících obsahu živin pro danou plodinu ve vybraném regionu.

Z uvedených možností interpretace výsledků analýzy minerálního složení listů lze konstatovat, že diagnostika výživného stavu ovocných dřevin pomocí DRIS indexů představuje robustnější metodu hodnocení v porovnání s metodami kritických hodnot nebo hodnotami vyhovujícího obsahu a umožňuje další upřesnění pro lokální potřeby pěstitelů.

### 3.4.3. Metoda CND

Další možností hodnocení výživného stavu ovocných dřevin je metoda CND (Compositional Nutrient Diagnosis, tj. kompoziční diagnóza výživného stavu). Tato metoda byla popsána autory Parent a Dafir (1992) a podobně jako předešlé metody vyžaduje vytvoření referenční populace. Pro metodu CND lze využít menších lokálních populací a tak získat další zpřesnění informace o výživném stavu ovocných dřevin. Tato diagnostická metoda poskytuje, podobně jako metoda DRIS, složený index založený na poměru obsahu všech vybraných živin současně. Někteří autoři uvádějí, že CND například produkuje užší rozsah hodnot než DRIS (Cunha a kol. 2016). Prahovou hodnotu pro nerovnováhu živin rozděluje pomocí  $\chi^2$  distribuční funkce. Vychází se z výpočtu průměru a rozptylu složeného indexu  $z$  pro každou z hodnocených živin ( $z_N$ ,  $z_P$ ,  $z_K$  atd.). CND metoda zohledňuje i sušinu organické biomasy (po odečtení minerálních látek), což snižuje vliv zředovacího efektu v průběhu růstu na výsledek diagnózy. Nevýhodou metody je poměrně složitý výpočet pro hodnocení a vytvoření kvalitního souboru dat referenční populace.

Výpočet průměru pro makroelementy (Parent a Dafir, 1992; da Silva a kol., 2004) má tvar:

$$g(x) = (N \times P \times K \times Ca \times Mg \times R)^{(1/D)} e_{z_i} = \ln[x_i/g(x)]$$

kde:

$g(x)$  – geometrický průměr složení živin

$N, P, K, Ca, a Mg$  – obsah jednotlivých živin ( $g \cdot kg^{-1}$ )

$R$  – hodnota doplňku do  $100 g \cdot kg^{-1}$  suché hmoty ve vztahu k sumě  $N, P, K, Ca$  a  $Mg$

$D$  – počet hodnocených živin včetně doplňku ( $R$ )

$z_i$  – index (více prvková proměnná)

$x_i$  – obsah živiny, pro který je index počítán

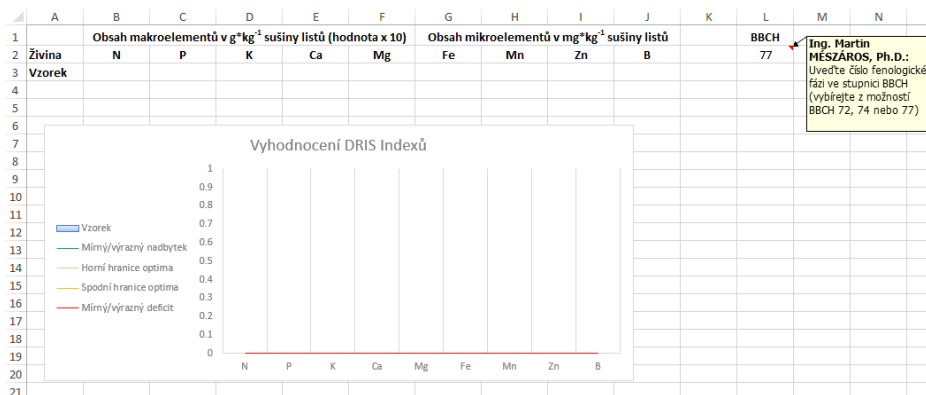
Metoda byla použita např. pro jabloně aj. ovocné dřeviny (Parent a Dafir, 1992; Parent, 2011), mango (Raghupathi a Bhargava, 1999), kvajávu (Parent a kol. 2012), česnek (Cunha a kol. 2016), kukuřici (Khiari a kol. 2001) nebo brambory (Parent a kol., 1994). Klíčové je odvození úrovně optimálních hodnot indexu pro populace s vysokým výnosem.



## 3.5. Popis softwaru pro diagnostiku výživného stavu jabloní HOL-DRIS

### 3.5.1. Základní informace o softwaru

Jedním z hlavních výstupů projektu QJ1510133 je také software pro diagnostiku výživného stavu jabloní s názvem HOL-DRIS. Jak už název napovídá, tento software je založený na principech hodnocení vzorků pomocí metody DRIS. Úkolem softwaru je na základě vložených dat z analyzovaného vzorku listů provést diagnózu výživného stavu hodnocené výsadby jabloní. Data pro konkrétní živiny jsou vkládána do řádku s označením „Vzorek“ a je nutné je vložit ve stanoveném pořadí (Obrázek 9). Obsah makroelementů se uvádí v  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (hodnota v % sušiny  $\times 10$ ) v sušině vzorku a obsah mikroelementů v  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Vedle buněk pro zápis hodnot jednotlivých živin je potřeba uvést fenologickou fázi, při které byl vzorek odebrán. Na výběr jsou možnosti: BBCH 72, 74 a 77, které přibližně pokrývají období od začátku června do začátku srpna. Pomocí programovaného algoritmu je vzorek porovnán s referenčními hodnotami pro optimální obsah, resp. poměr živin a současně jsou vypočítány DRIS indexy.



Obrázek 9. Zobrazení buněk určených pro zadání hodnot obsahu živin ve vzorku a příslušné fenologické fáze BBCH.

### 3.5.2. Příprava DRIS standardů

Pro vytvoření DRIS standardů bylo použito výsledků listových analýz z jablonoňových sadů odrůdy 'Golden Delicious' vstupujících do plné plodnosti, pěstovaných v oblasti východních Čech. Vzorky byly odebrány v průběhu jarních a letních měsíců odpovídajících fenologickým fázím BBCH 72, 74 a 77 v letech 2015–2017. Základní databáze pro hodnocenou populaci jabloní byla vytvořena z 54 analyzovaných vzorků, odebraných v každé z uvedených fenologických fází. Ke každému vzorku byl zhodnocen průměrný výnos na strom. Pro sestavení referenční populace byly vybrány výsadby

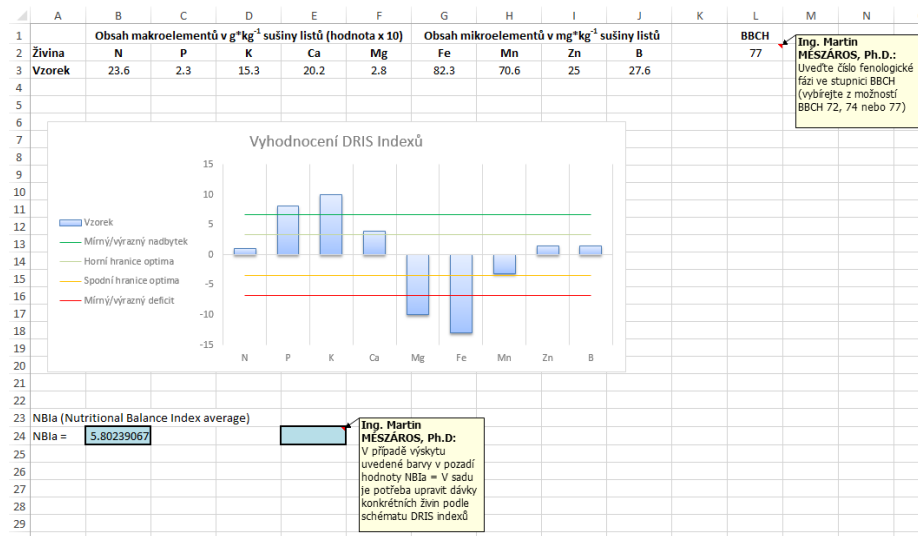
s plodností vyšší než 60 t/ha. Vazba výživného stavu k výnosu hodnocených populací jabloní v jednotlivých letech byla ověřena pomocí korelace NBla s výnosem (hodnota  $r = 0,72^{***}$ ). Vhodná orientace duálních poměrů živin byla vybrána pomocí korelačního vztahu (kritérium „R“) mezi duálními poměry (A/B nebo B/A) a výnosy jabloní. V tabulce 3 jsou uvedeny optimální hodnoty obsahu živin v sušině listů jabloní ve fenologických fázích BBCH 72, 74 a 77 sloužící v programu jako reference.

Tabulka 3. Optimální obsah živin v sušině listů u jabloní ve fenologické fázi BBCH 77 sloužící jako reference.

BBCH	Obsah makroelementů v g . kg <sup>-1</sup> sušiny					Obsah mikroelementů v mg . kg <sup>-1</sup> sušiny			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B
72	25,0	2,5	16,0	16,5	3,0	75,0	60,0	30,0	33,0
74	24,5	2,3	15,0	18,0	3,1	85,0	70,0	28,0	30,0
77	24,0	2,2	14,0	20,0	3,2	100,0	80,0	22,0	28,0

### 3.5.3. Interpretace DRIS indexů

Po zadání vstupních dat o obsahu živin a fenologické fázi odpovídající vzorku jsou programem automaticky vypočteny DRIS indexy. Výstupem je grafické znázornění DRIS indexů pro jednotlivé živiny (Obrázek 10).



Obrázek 10. Grafické znázornění DRIS indexů včetně hranic optimálního, deficitního, resp. luxusního obsahu jednotlivých živin ve vzorku

Z grafu lze odečíst relativní zastoupení jednotlivých živin v porovnání s ostatními a stanovit tak jejich pořadí od nejvíce deficitní živiny až po prvky nejvíce přesahující optimální poměry. Graf dále uvádí kritické hranice optimálního obsahu živin i hranice pro rozlišení mírného či výrazného deficitu nebo nadbytku konkrétní živiny. Tyto hranice jsou navrženy na základě předpokladu, že obsah živin se dostává do nerovnováhy při dosažení NBIa nad hodnotu 1,50 a do výrazné nerovnováhy při dosažení NBIa nad 3,00. Pro výpočet uvedených hranic (pozitivních i negativních) je využito vztahu:

$$\frac{\text{MAX } |\text{Index A}| \cdot 1,5}{\text{NBIa}}$$

pro spodní a horní hranice optima s mírným deficitem a nadbytkem, a:

$$\frac{\text{MAX } |\text{Index A}| \cdot 3}{\text{NBIa}}$$

pro spodní a horní hranice mírného a výrazného deficitu a nadbytku, kde „MAX |Index A|“ představuje DRIS index s nejvyšší absolutní hodnotou. Vzhledem k lineárnímu vztahu DRIS indexu a NBIa = 4,5:1 je tak možné udržet stejnou hladinu uvedených hranic optima nebo deficitu/nadbytku vztáženému ke konkrétní hodnotě společného indexu NBIa nezávisle na počtu DRIS indexů odchylojících se od optima. Tyto hranice jsou v souladu s variabilitou obsahu živin v referenční populaci a umožňují stanovit určitý rozsah optimálních hodnot v listech jabloní, místo stanovení pouze striktního optimálního obsahu a poměru živin, které jsou poměrně složité a v praxi často špatně uchopitelné. Software HOL-DRIS tak umožňuje reálné zhodnocení jak obsahu jednotlivých živin, tak i jejich optimálních poměrů.

*Poznámka:* Pokud jsou živiny v hodnoceném vzorku v optimálním zastoupení (jak je uvedeno v tabulce 3) nebo některá z živin není ve vzorku uvedena, v grafu budou všechny hodnoty DRIS indexů a kritických hodnot na nule.

Interpretace výsledků je pak podobná, jak ji popisuje Wadt (1996). Živiny nacházející se ve významném deficitu vyžadují započítání aplikace nebo zvýšení stávajících dávek hnojiv obsahujících daný prvek. Pokud bychom popisovali vzorek uvedený na obrázku 10, takovými živinami by byly hořčík a železo (živiny s indexy sahajícími pod červenou čáru). Doplnění uvedených prvků by mělo s vysokou pravděpodobností pozitivně ovlivnit růst, plodnost či

kvalitu plodů. Na rozdíl od uvedeného autora však hlubokého deficitu může dosahovat více prvků zároveň. Rozsah mírného deficitu (indexy živin mezi oranžovou a červenou čarou) představuje obsah živin s pravděpodobnou pozitivní odezvou na jejich doplnění. Tato odezva však může být pouze mírná. Na příkladu vzorku z obrázku 10 taková živina aktuálně není přítomna. Lze však počítat s tím, že aplikací hořčíku a železa se obsah manganu může dostat do lehkého nedostatku. Korekce mírného deficitu obvykle není nezbytná pro dosažení maximálního výnosu. Je však určitým indikátorem pro riziko budoucí deficiencie. Po zvážení okolností proto lze přistoupit k mírnému navýšení některé z aplikovaných dávek živiny, v tomto případě pro mangan. Živiny, nacházející se v optimu (indexy mezi oranžovou a světle zelenou) nebo v mírném nadbytku (indexy mezi světle a tmavě zelenou), jsou do hodnocené výsadby pravděpodobně dostatečně doplňovány. V rámci vzorku z obrázku 10 obsah živin N, Ca, Zn a B momentálně nebude potřeba upravovat. Naproti tomu dávky aplikovaných živin, nacházejících se ve výrazném nadbytku, (v našem případě P a K) lze omezit snížením nebo v extrémních případech vypuštěním dávky v plánu hnojení v průběhu vegetační sezóny. Obvykle však nelze hnojení daným prvkem zcela vyloučit.

#### **4. Srovnání novosti postupů**

Publikace popisuje a rozšiřuje znalosti o pravidlech a principech odběru a zpracování vzorků listů jak obecně u ovocných dřevin, tak se zaměřením na jabloně v souvislosti s dynamikou změn obsahu živin v listech a plodech. Metodika popisuje nové postupy pro diagnostiku výživného stavu ovocných dřevin a porovnává je se stávajícími, zejména se zaměřením na metodu DRIS. Tím rozšiřuje stávající poznatky a možnosti hodnocení výživného stavu ovocných dřevin. V metodice je dále uveden návod k použití aplikace pro HOL-DRIS software zaměřený na diagnostiku výživného stavu jabloní pomocí výpočtu DRIS indexů určeného pro laickou i odbornou veřejnost.

#### **5. Popis uplatnění metodiky**

Metodika je určena pro pěstitele jabloní i specializované firmy poskytující poradenskou činnost na poli diagnostiky výživného stavu ovocných dřevin. Publikace poskytuje kompletní návod na odběr a zpracování vzorků, principy diagnostiky výživného stavu ovocných dřevin a návod k obsluze HOL-DRIS softwaru určeného pro diagnostiku výživného stavu u jabloní. Uživatelé tak budou mít jednoduchý přístup k aplikaci uvedených poznatků a budou moci

provést diagnostiku svých výsadeb od odběru vzorků až po vyhodnocení, vyjma chemické analýzy minerálního složení, pro kterou zůstává nezbytná součinnost s příslušnou laboratoří. Publikace navíc poskytuje podklad pro rozšíření DRIS norem pro diagnostiku dalších ovocných druhů nebo polních plodin, tedy pro další výzkumnou činnost.

## 6. Ekonomické aspekty

Vzhledem k robustnímu charakteru výsledků diagnostiky výživného stavu metodou DRIS, publikace poslouží pro efektivnější hodnocení obsahu živin v jabloních a umožní tak lepší přizpůsobení postupů ve výživě a hnojení potřebám ovocných dřevin. Využití metodiky tak nepřímou ovlivní hospodaření se vstupy do ovocnářské výroby a umožní jejich lepší a efektivnější využití. Přesná a rychlá diagnostika nároků ovocných dřevin představuje jeden z kroků k preciznímu zemědělství. Díky efektivnějšímu využití hnojiv v ovocnářské výrobě lze předpokládat jejich úsporu dosahující až 10–15 %, případně zvýšení výnosů jabloní v průměru o 5–10 %. Pokud tedy předpokládáme, že dojde k uplatnění výsledků alespoň na 1/3 (2208 ha) z celkové plochy 6 624 ha produkčních sadů jabloní (Buchtová, 2017) a průměrné náklady na hnojení jsou cca 10–15 tis. Kč, lze uvažovat o úspoře finančních prostředků ve výši 3–5 mil. Kč ročně. Průměrný výnos jablek za posledních 5 let v intenzivních sadech představuje 16,43 t/ha. Při předpokládaném zvýšení výnosů o 5–10 % by se průměrný výnos zvedl o 0,8–1,6 t/ha. Zvýšení výnosů by při průměrné ceně 9 981 Kč za tunu konzumních jablek a 3 596 Kč za tunu moštových jablek představovalo přibližně 7,5–15 tis. Kč na hektar sadů, tj. 16,5–33 mil. Kč na ploše intenzivních produkčních výsadeb. Celkový hrubý odhad přínosů by tak po zavedení metodiky do praxe mohl představovat až 38 mil. Kč ročně a v pětiletém období pak 190 mil. Kč.

## 7. Seznam použité literatury

- Baldock, J.O. & Schulte, E.E. 1996. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agronomy Journal*, 88(3): 448-456.
- Beaufils E.R., 1973. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general cheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. 132 p. University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
- Bhaduri D., Pal S. 2013. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): Concepts and Applications on Nutritional Diagnosis of Plants – A Review. *Journal of Soil and Water Conservation, India*. 01/2013; 12(1):70-79.
- Blažek, J. 2001. Pěstujeme jabloně. (Prague, Czech Republic: Brázda s.r.o.) ISBN 80-209-0294-5., 172.
- Buchtová I. 2017. Situační a výhledová zpráva ovoce. Ministerstvo zemědělství, Praha, 88 stran, ISBN: 978-80-7434-405-3.
- Cunha M. L. P., Aquino L. A., Novais R. F., Clemente J. M., de Aquino P. M., Oliveira T. F. 2016. Diagnosis of the Nutritional Status of Garlic Crops. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 40.
- Fallahi E., Conway W.S., Hickey K.D., Sams C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *Horticultural Science*, 32(5): 831-835.
- Faust, M. and C. B. Shear. 1968. Corking disorders of apples: A physiological and biochemical review. *Bot. Rev.* 34: 441–469.
- Mourão Filho F.A.A. 2004. DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. *Scientia Agricola*, 61(5): 550-560.
- Gupta N., Ram H., Kumar B. 2016. Mechanism of Zinc absorption in plants: uptake, transport, translocation and accumulation. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 15(1): 89-109. DOI 10.1007/s11157-016-9390-1
- Hallmark W.B., Mooy C.J., Pesek J. 1987. Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. *Journal of Fertilizer Issues*, 4: 151-158.
- Hudská G. 1983. Hnojení ovocných sadů a využití listové diagnózy, ÚVTIZ, Praha, 54 s.

- Jones, W.W. 1981. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 12: 785-794.
- Khiari L., Parent L.E., Tremblay N. 2001. Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. *Agron. J.*, 93:809-814.
- Kim S. A., Punshon T., Lanzirotti A., Li L., Alonso J. M., Ecker J. R., Kaplan J., Guerinot M. L. 2006. Localization of iron in Arabidopsis seed requires vacuolar membrane transporter VIT1. *Science*, 314: 1295-1298.
- Letzsch, W.S. 1985. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 16: 339-347.
- Meier U. 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2. Edition. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Germany.
- Miles N. Challenges and opportunities in leaf nutrient data interpretation. *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.*, 83: 205-215.
- Neilsen D., Millard P., Herbert L.C., Neilsen G.H., Hogue E.J., Parchomchuk P., Zebarth B.J. 2001. Remobilization and uptake of N by newly planted apple (*Malus domestica*) trees in response to irrigation method and timing of N application. *Tree Physiology*, 21: 513-521.
- Neilsen, G.H., Neilsen, D., Ferree, D. C., & Warrington, I. J. 2003. Nutritional requirements of apple. *Apples: botany, production and uses*, 267-302
- Neilsen G.H., Neilsen D., Dong S., Toivonen P., Peryea F. 2005. Application of CaCl<sub>2</sub> sprays early in the season may reduce bitter pit incidence in 'Braeburn' apple. *HortScience*, 40(6): 1850-1853.
- Nick J.A. 1998. DRIS para cafeeiros podados. Piracicaba: USP/ESALQ, 86p. (Dissertação - Mestrado).
- Parent L.E., Dafir M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 117, no. 2, pp. 239-242.
- Parent L.E., Cambouris A.N., Muhawenimana A. 1994. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in potato crops. *Soil Science Society of America Journal*, 58(5), 1432-1438.

- Parent L. É. 2011. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1): 321-334.
- Parent L.E., Parent S.É., Rozane D.E., Amorim D.A., Hernandez A., Natale W. 2012. Unbiased approach to diagnose the nutrient status of red guava (*Psidium guajava*). In III International Symposium on Guava and other Myrtaceae 959 (pp. 145-159).
- Picchioni G.A. Weinbaum S.A., Brown P.H. 1995. Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune and sweet cherry leaves. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 120(1): 28-35.
- Raghupathi H.B. and Bhargava B.S. 1999. Preliminary nutrient norms for 'Alphonso' mango using diagnosis and recommendation integrated system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 69(9), 648-650.
- Serra A.P., Marchetti M.E., Bungenstab D.J., Gonçalves da Silva M.A., Serra P.S., Guimarães F.C.N., Conrad V.D.A. and Morais H.S. 2013. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) to Assess the Nutritional State of Plants. In *Biomass Now – Sustainable Growth and Use*, InTech, 129-146.
- Silva G.G.C.D., Neves J.C.L., Alvarez V., Hugo, V., Leite F. P. 2004. Nutritional diagnosis for eucalypt by DRIS, M-DRIS, and CND. *Science Agriculture*, 61(5), 507-515.
- Tromp J., Webster A.D. and Wertheim S.J. 2005. *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, The Netherlands, ISBN 90-5782-152-4.
- Vaněk V., Balík J., Pavlíková D., Tlustoš P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press, Praha, 176 s., ISBN 976-8086726-25-0.
- Wadt P.G.S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional de plantios de eucalipto. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. (Tese de Doutorado)
- Walworth J.L., Sumner M.E. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). *Advances in Soil Science*, 6: 149-188.
- Walworth J.L., Wooddard H.J., Sumner M.E. 1988. Generation of corn tissue norms from a small, high-yield data base. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 19: 563-577.



## 8. Seznam publikací, které předcházely metodice

Kurešová, G., Neumannová, A.: Změny obsahu dusíku v listech jabloní v průběhu vegetace, Úroda, 2015, 63: 271 – 274.

Kurešová, G., Mészáros, M., Raimanová, I., Neumannová, A. (2016): Metodika výživy a hnojení ekologických výsadeb jabloní. Certifikovaná metodika. Praha: VÚRV, v.v. i., ISBN 978-80-7427-203-5

Kurešová, G., Mészáros, M., Svoboda, P., Neumannová, A., Menšík, L., Haberle, J.: Obsah minerálního dusíku v půdě jabloňových sadů a riziko vyplavení nitrátů, Vědecké práce ovocnářské, 2017, 25: 79 – 88.

Kurešová, G., Neumannová, A., Svoboda, P.: Absorption of foliar applied micronutrients by apple leaves. In: VIII International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, 2017. 27th – 30th June 2017, Bolzano – Italy. pp. 36. Acta Horticulturae (ISSN 0567-7572 print and ISSN 2406-6168 electronic) v tisku.

Mészáros, M., Vávra, R., Suran, P., Žďárská, I., Jonáš, M., Skřivanová, A., Bílková, A., Kadlecová, V., Kurešová, G., Falta, V., Raimanová, I. (2017): Pěstování třešní a višní v ekologické produkci. Certifikovaná metodika. ISBN 978-80-87030-55-4

Mészáros M., Čonka P., Bělíková H., Náměstek J., Kyselová K. 2018. Vliv hnojení, foliových tunelů a mulčovacích textilií na plodnost, kvalitu plodů a příjem živin jahodníkem. Vinař-Sadař, v tisku.

Neumannová A., Kurešová G., Raimanová I.: Differences in macronutrient uptake by apple rootstocks M9, M27 and MM106. In: VIII International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, 2017. 27th – 30th June 2017, Bolzano – Italy. pp. 39. Acta Horticulturae (ISSN 0567-7572 print and ISSN 2406-6168 electronic) v tisku.

Neumannová, A., Kurešová, G.: Vliv listové výživy na kvalitu plodu jabloní, Úroda, 2015, 63: 375 – 378.

P. Čonka, H. Bělíková, M. Mészáros, G. Kurešová, J. Náměstek: Evaluation of seasonal variation in mineral composition of leaves and fruits of *Malus domestica* Borkh. 'Golden Delicious' throughout growing season. Vědecké práce ovocnářské, 2017, 25: 89–102.

Sus J., Mészáros M., Laňar L., Náměstek J., Zíka L. 2016. Tvarování a řez jabloní pěstovaných ve tvaru štíhlé větve. Certifikovaná metodika, ČZÚ Praha, 1. vydání, ISBN: 978-80-213-2696-5.



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Odbor rostlinných komodit MZE  
Praha

v y d á v á

## OSVĚDČENÍ

69197/2018-MZE-17221

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: „**Diagnostika výživného stavu jabloní metodou DRIS**“

Autor / autoři: Ing. Martin Mészáros, Ph.D.<sup>1</sup>, Ing. Hana Bělíková<sup>1</sup>, RNDr. Patrik Čonka, Ph.D.<sup>1</sup>, Ing. Jan Náměstek, Ph.D.<sup>1</sup>; Ing. Gabriela Kurešová<sup>2</sup>, Ph.D., Ing. Jan Haberle, CSc.<sup>2</sup>

Název organizace: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o.<sup>1</sup>  
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. v Praze 6<sup>2</sup>

Místo vydání: Holovousy

Rok vydání: 2018

Metodika byla vypracována za finanční podpory Národní Agentury pro Zemědělský Výzkum, jako jeden z výstupů řešení projektu QJ1510133 s názvem „Inovace metod monitoringu a diagnostiky výživy ovocných dřevin pro efektivní hnojení v intenzivních výsadbách“. Při zpracování metodiky byla rovněž využita infrastruktura projektu LO1608.

Využívá projekt „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví, rybolov“? ANO  
Metodika bude zveřejněna na [http://www.vsuo.cz/108/Metodiky\\_a\\_odborne\\_publicace/](http://www.vsuo.cz/108/Metodiky_a_odborne_publicace/)

V Praze dne 30/11/2018



Razítko odborného orgánu státní správy

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:

Ing. Zdeněk Trnka

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

ředitel odboru rostlinných komodit

Podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitelky Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

MINISTERSTVO  
ZEMĚDĚLSTVÍ

Číslo 65/17

Praha 1 - Nové Město

V Praze dne 06-12-2018

Ing. Pavlína Adam, Ph.D.

**Poznámky:**

**Poznámky:**

**Poznámky:**

## **Diagnostika výživného stavu jabloní metodou DRIS**

Autoři: Ing. Martin Mészáros, Ph.D., Ing. Hana Bělíková, RNDr. Patrik Čonka, Ph.D.,  
Ing. Jan Náměstek, Ph.D.

Vydal: VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.

Grafická úprava a sazba: Jan Slezák - OUTSOURCING

Tisk: Repopaint s.r.o.

Počet kopií: 100

**ISBN: 978-80-87030-63-9**



