UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA PriF UK 2019

ZBORNÍK RECENZOVANÝCH PRÍSPEVKOV

ŠVK
PriF UK
2019

Univerzita Komenského v Bratislave

Prírodovedecká fakulta

ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA PriF UK 2019

Zborník recenzovaných príspevkov

9. apríl 2019
Bratislava, Slovenská republika

ISBN 978-80-223-4711-2

Predseda ŠVK

doc. RNDr. Michal Galamboš, PhD.

Odborný výbor

doc. RNDr. Alžbeta Blehová, CSc.
Mgr. Silvia Bodoríková, PhD.
doc. RNDr. Hana Drahovská, CSc.
RNDr. Regina Sepšiová, PhD.
Mgr. Andrej Ficek, PhD.
doc. RNDr. Peter Kabát, CSc.
Mgr. Renáta Švubová, PhD.
doc. RNDr. František Golais, CSc.
doc. RNDr. Tomáš Derka, PhD.
Mgr. Peter Mikulíček, PhD
doc. RNDr. Ján Milička, CSc.
doc. Mgr. Iveta Herichová, PhD.
RNDr. Norbert Polčák, PhD.
doc. Mgr. Marcel Horňák, PhD.
prof. Mgr. Radovan Šebesta, DrSc.
prof. RNDr. Vladimír Kellő, DrSc.
PaedDr. Tibor Nagy, PhD.
RNDr. Soňa Nagyová, PhD.
prof. Ing. Bohdan Juráni, CSc.
prof. RNDr. Agáta Fargašová, DrSc.
doc. RNDr. Katarína Pavličková, CSc.
prof. RNDr. Daniela Reháková, CSc.
RNDr. Tatiana Durmeková, PhD.
prof. RNDr. Otília Lintnerová CSc.
prof. RNDr. Marián Putiš DrSc.
doc. RNDr. Renáta Fľaková PhD.
prof. RNDr. Pavel Uher CSc.

Podpredseda ŠVK

doc. RNDr. Vladimíra Džugasová, PhD.
doc. RNDr. Andrea Ševčovičová, PhD.
RNDr. Eva Viglašová, PhD.

Organizačný výbor

RNDr. Michaela Dörnhöferová, PhD.
RNDr. Mária Kondeková
RNDr. Alexandra Konečná
Mgr. Paulína Pidíková
Mgr. Dominik Kostoláni
Mgr. Renáta Michalisková
Mgr. Lenka Kramarová
Mgr. Petra Ivánková
RNDr. Vojtěch Przybyla
Mgr. Milan Takáč
Mgr. Daniela Rusnáková
Mgr. Jaroslav Buša
Mgr. Tomáš Vlček
Mgr. Petronela Nováková
Mgr. Marek Pribus
Lea Hegedüsová
Mgr. Frederik Sekucia
Mgr. Lenka Svobodová
RNDr. Kamila Koči, PhD.

Predslov

Milé kolegyne, vážení kolegovia, ctení účastníci ŠVK PriF UK 2019,

keď pred vyše dvomi tisícročiami prenikol veľký Herodotos z Halikarnassu svojimi myšlienkami a sprostredkovanými informáciami ďaleko na sever od vtedajšej kolísky civilizácie, ostal len pri skromných slovách: „Ako hovoria Tráci, v tom kraji za Dunajom žije toľko včiel, že sa cez ne nedá ani krok ďalej dostať“. A tak trošku úsmevne dostávame my prírodovedci o tom našom kraji slovami naozaj prvého významného geografického kompendia do vienka tradíciu prírodovedného vzdelávania. Tradíciu, ktorú v neskorších dobách budovali v tomto regióne mnohí velikáni myslenia a poznávania. Možno v tejto súvislosti aj slávny Johannes Müller von Königsberg, inak slovutný profesor našej bratislavskej Istropolitany, jednej z najstarších stredoeurópskych univerzít, ktorého prelomové prírodovedné dielo *De triangulis omnimodus libri quinque* s nádychom heliocentrizmu dávno pred Kopernikom si pre svoje zámorské objavné cesty objednal aj sám Kolumbus.

Dnes na Regiomontanovom odkaze a tradícii stoja aj základy Univerzity Komenského. Iste sa príliš nevzdialim od pravdy, keď zdôrazním, že jej Prírodovedecká fakulta patrí k tým najprestížnejším vedecko-pedagogickým inštitúciám, na ktoré sme na Slovensku právom hrdí. Áno, i napriek 8 desatinám HDP, ktoré naša republika ročne delimituje na vedu a výskum, čo predstavuje na obyvateľa štyrikrát menšiu dotáciu ako priemer EÚ a sedemkrát nižšiu, ako je tomu v susednom Rakúsku. Ale dovoľte mi zároveň podčiarknuť tézu, že v dobe keď sa k nám míľovými krokmi približujú skvalitnením svojej publikačnej činnosti aj naše sesterské inštitúcie (počet vedeckých publikácii na Slovensku na obyvateľa vzrástol za posledných 10 rokov nevídane dvojnásobne), no počet citácií na ne zastagnoval a predstihol len Rumunsko, ostáva jasnou víziou dôraz na kvalitu publikačných výstupov.

Ste na správnom mieste s tou najvyššou koncentráciou inventívneho potenciálu, intelektu, talentu a objaviteľského entuziazmu v prírodných vedách na našom území. Na mieste, ktoré sa napriek

nepriazni doby a tak trošku až zvrátenému rebríčku hodnôt a priorít spoločnosti, v ktorom sa úcta k múdrosti a vzdelaniu prepadla takmer na jeho samé dno, drží prísnych a nekompromisných štandardov vedy a výskumu. Pokiaľ ste si ho vybrali pre prezentovanie svojich iste cenných a zaujímavých výsledkov, držíte sa tej pravej cesty.

Študentská vedecká konferencia na našej fakulte je nesporne prestížnym podujatím pre prestížnych študentov. Aj tento rok zaznamenalo vysoký záujem zo strany 275 účastníkov, z ktorých 222 aktívne vystúpia na našej akademickej pôde, aby príslušné tematické fórum informovali o podnetných výstupoch svojej práce. Veľmi ma teší, že popri domácich študentoch prijalo naše pozvanie aj takmer 60 účastníkov z externého prostredia, predovšetkým zo Slovenskej akadémie vied, Univerzity P.J. Šafárika v Košiciach, Prešovskej univerzity, Masarykovej univerzity v Brne, Českého vysokého učení technického v Prahe, Ostravskej univerzity či Veterinárnej a farmaceutickej univerzity v Brne. A prakticky v intenciách minulých rokov zavítali na našu fakultu aj stredoškolskí účastníci podujatia. Tematický profil jednotlivých príspevkov už tradične definuje najmä biológia (108) a chémia (67) s nezanedbateľným podielom geografie, geológie, environmentalistiky a didaktiky prírodných vied.

Úprimne sa teším z každého podujatia, ktoré spája talent mladých ľudí a predznamenáva trendy napredovania prírodných vied do najbližších rokov, veď v dnešnom uponáhľanom čase si prírodovedci nedokážu už odkrojiť veľa momentov na vzájomne motivačnú diskusiu. Možno aj z tohto dôvodu by som rád poďakoval osobitne organizačnému výboru ŠVK s vierou, že všetci účastníci nájdu na tomto podujatí mnoho inšpirácie a prírodovedného entuziazmu. Majú totiž na čom stavať.

Peter Fedor
dekan
Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave

Obsah

Plenárna prednáška……7

Biológia……9

Chémia……..630

Geológia……..1011

Geografia……..1118

Didaktika……1237

Environmentalistika……..1291

Sponzori……..1349

Register príspevkov……1354

Optimalizované pôdne vzorkovanie ako súčasť precízneho vinohradníctva

Veronika Oršulová

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika; veronika.orsulova@uniba.sk

Abstract

Optimized soil sampling as part of precision viticulture

The main criteria for determining an optimum sampling grid for soil sampling are terrain configuration and soil properties of a study area. Soil sampling for agrochemical soil testing is regulated by the legislation, for the vineyard is set to collect one sample per two to four hectares of soil - it means to collect six to nine samples in the selected research vineyard with area of 17 ha. In research we densified the sampling grid. It was took 22 samples for phosphorus and magnesium and 73 samples for carbon and nitrogen content. Next, we created less dense grids, which entered the interpolation. We were able to determine the value of the spatial loss of the nutrient status information in the soil by using comparison of interpolated models. The detected spatial loss of information determined the optimum soil sampling density for the needs of precision farming, considering the financial demands of the laboratory analysis. The research took place in the vineyard in Modrany (district of Komárno) owned by the Topoľčianky Wine Factory.

Keywords: *soil sampling; sampling strategy; sampling density; vineyard; Modrany.*

Úvod a formulácia cieľa

Zohľadnenie skrytej rezervy - variability obsahu živín v pôde, je predpokladom efektívneho manažovania rastlinnej výroby za účelom dosiahnutia vyššej rentability. Variabilita obsahu živín v pôde býva často diferencovaná z dôvodu vysokej genetickej rozdrobenosti územia. Stanovenie optimálnej odberovej siete z hľadiska jej tvaru a hustoty je komplikovaný proces, nakoľko pôdotvorné faktory, zloženie, vlastnosti a využívanie pôdy sú rôznorodé. V súčasnosti sa stále viac prejavuje v pedogenéze antropogénny vplyv, čo proces optimalizácie vzorkovania značne komplikuje [1].

V základných charakteristikách tvaru odberovej siete sa literatúra zhoduje [2 – 5]. Pre precízne poľnohospodárstvo sú definované dve metódy vzorkovania z hľadiska tvaru odberovej siete – *zone sampling* (vzorkovanie reprezentatívnych zón územia) a *grid sampling* (vzorkovanie v pravidelnej sieti). Naopak, určenie optimálnej hustoty vzorkovania je dlhodobým problémom, autori [6 – 9] ťažko hľadajú zhodu, čo potvrdzuje evidentnú potrebu výskumu hustoty vzorkovania pre konkrétne podmienky.

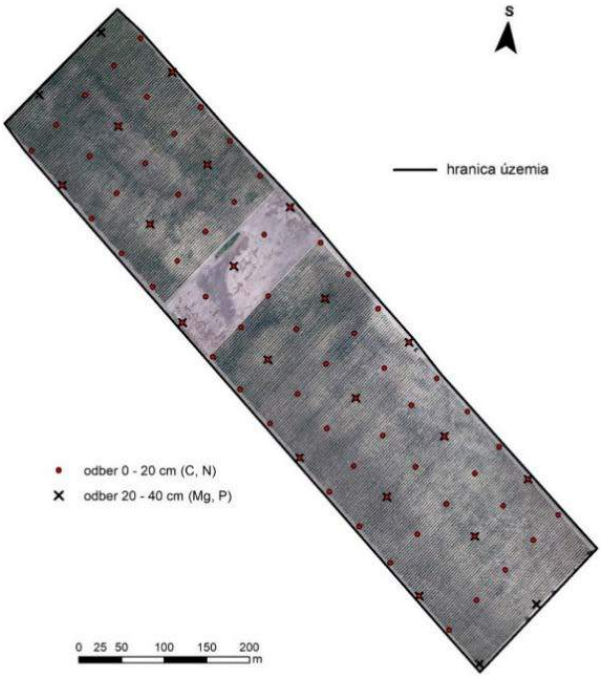
Cieľom príspevku je navrhnúť takú reprezentatívnu sieť pre pôdne vzorkovanie, ktorá bude reflektovať rôznorodosť prírodných podmienok skúmaného vinohradu a rovnako finančnú náročnosť pôdneho vzorkovania. V rámci výskumu je vyhodnotená strata informácie

o obsahu živín pri rôzne hustých odberových sieťach, pričom získané údaje sú porovnané so štandardizovanou, legislatívne ukotvenou, odberovou sieťou.

Materiál a metódy

S ohľadom na rozlohu územia a zadefinované ciele bolo nutné explicitne určiť rozsah použitých metód a zamerať sa na presnosť a reprezentatívnosť použitých metód a získaných dát. Kľúčovými bodmi boli odber pôdnych vzoriek, tvorba morfotopov ako území pre testovanie straty informácie zo zriedených sietí a samotné testovanie straty informácie zo zriedených odberových sietí.

Vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 338/2005 Z. z. [10] odporúča vzorkovať jednu lokalitu na dva až štyri hektáre pôdy. Keďže má študovaný kultúrny diel rozlohu 17 ha, podľa vyhlášky je odporúčané odobrať šesť až deväť vzoriek. Hustota navrhnutej zahustenej odberovej siete bola determinovaná objemom financií, ktoré boli k dispozícií na laboratórne analýzy. Navrhnutá bola nasledovná odberová sieť: 50 x 50 m pre odber vzoriek na zistenie obsahu uhlíka a dusíka, a približne 100 x 100 m pre odber vzoriek pre horčík a fosfor. Celkovo bolo odobratých 73 vzoriek na analýzu uhlíka a dusíka, 22 vzoriek na analýzu fosforu a horčíka (Obr. 1).



Obr. 1. Zahustená odberová sieť

V záujme reprezentatívnosti a možnej aplikácie výskumu aj na iných lokalitách boli vzorky dusík a uhlík odoberané z horizontu 0 – 20 cm. Z horizontu 20 – 40 cm bol zvolený na

analýzy prirodzene sa vyskytujúci horčík a pravidelne antropogénne dodávaný fosfor. Vzorky boli v teréne odoberané pomocou pôdneho vrtáku holandského typu. Laboratórne analýzy boli vykonané *Laboratóriom pre pôdnu hygienu, analýzu vôd, odber vzoriek a interpretáciu výsledkov skúšok Výskumného ústavu pôdoznalectva a ochrany pôd v Bratislave*.

Zriedené odberové siete boli modelované z pôvodnej zahustenej odberovej siete. Siete boli postupne zriedďované na princípe zachovania čo najideálnejšej priestorovej rovnomernosti s primárnym vylučovaním bodov, v ktorých bola zistená extrémna hodnota prvku. Pre zisťovanie uhlíka a dusíka bolo vytvorených 8 zriedených sietí a počte vstupujúcich bodov: 70, 60, 50, 37, 29, 18, 14 a 10. Pre zisťovanie fosforu a horčíka bolo vytvorených šesť zriedených sietí, pričom sa jednalo o nasledujúce počty vstupných bodov: 18, 14, 12, 10, 8 a 6. Kvôli lepšej aplikácií do praxe sme sa snažili vytvoriť rovnakú odberovú sieť pre zisťovanie všetkých štyroch prvkov – ide o 18, 12 a 10 bodové siete.

Vytvorenie morfometricky kvázi homogénnych areálov, tzv. morfotopov bolo podkladom pre následné štatistické zhodnotenie vytvorených zriedených sietí. Morfotopy sme zvolili vyčleňovať na základe charakteristík sklonu a krivostí, nakoľko orientácie územia je homogénna – juhovýchodná. Využívaný bol digitálny terénny model získaný zo ZM 10 [11]. Pre sklony (nástroj *Slope* v ArcMap) bola zvolená škála rozhodujúcich izočiar z hľadiska poľnohospodárskej praxe [12] – 3°, 7° a 12 Krivosť v smere spádnice a horizontálna krivosť (nástroj *Curvature* v ArcMap) boli tvorené dvoma kategóriami oddelenými nulovou izočiarou, tzn. konvexná a konkávna forma. Z dôvodu jednoduchej morfometrie reliéfu kultúrneho dielu nebolo nutné do tvorby morfotopov zahrnúť polohový index, prípadne faktor nadmorskej výšky. Normálová krivosť v smere spádnice morfometricky rozdelila kultúrny diel rovnomerne na dve časti – spodný a vrchný svah. Na vytvorenie morfotopov bol v programe ArcMap využitý nástroj *Union*, pričom bolo zvolené generalizačné kritérium rozlohy (100 m^2) a minimálnej šírky areálu (10 m). Po generalizácií vzniklo 41 morfotopov.

Po navrhnutí zriedených odberových sietí a vyčlenení morfotopov sme pristúpili k štatistickému spracovaniu údajov. Prvým krokom bolo vytvorenie rastrov interpolácií dát zo zriedených sietí. Interpolácie boli vytvorené funkciou programu ArcMap *Spline* (vstupné parametre: *output cell size* = 2,5; *weight* = 0,1; *number of points* = 12). Interpoláciou celkovo vzniklo 28 rastrov (osem rastrov pre uhlík a osem pre dusík; šesť rastrov pre fosfor a šesť pre horčík), do štatistiky vstupovali aj interpolácie z pôvodnej odberovej siete.

Pomocou zonálnej štatistiky (nástroj *Zonal Statistics as Table* v ArcMap) sme zo všetkých rastrov distribúcie prvkov určili priemernú hodnotu každého prvku pre každý morfotop. Dáta boli exportované do programu MS Excel, v ktorom boli porovnávané hodnoty

prvku v morfotope z pôvodnej zahustenej siete s jednotlivými zriedenými sieťami. Optimálna odberová sieť bola určená na základe priemernej hodnoty percentuálnych rozdielov hodnôt z pôvodnej zahustenej a zo zriedenej odberovej siete. Zo štatistického spracovania bolo vylúčených 10 % hodnôt z hornej a 10 % z dolnej hranice spektra hodnôt percentuálnych rozdielov, z dôvodu vyvarovania sa vplyvu prípadných extrémov na výsledky štatistiky.

Výsledky a diskusia

V prípade skupiny prvkov uhlík-dusík (Tab. 1), si možno všimnúť jemne nižšie hodnoty odchýlok pre uhlík, čo je zapríčinené predovšetkým antropogénnym zásahom. Pravidelné hnojenie dusíkatými hnojivami znemožňuje presnejšie vymodelovanie distribúcie prvku. Avšak vo všeobecnosti možno na základe štatistických výsledkov tvrdiť, že zahusťovaním odberovej siete pre uhlík a dusík sa priestorová informácia výraznejšie nemení. V našom modelovom území by platilo, že pokiaľ nezvolíme absolútne zahustenú sieť (v prepočte štyri vzorky na hektár pôdy), je možné bez výraznej zmeny informácie pracovať buď s dvoma vzorkami na hektár, alebo 0,5 vzorky na hektár. Minimálne z finančného hľadiska je tento poznatok významným, nakoľko je možné získať rovnaké informácie za štyrikríát nižšiu cenu.

Tab. 1. Priemerná percentuálna odchýlka obsahu dusíka, uhlíka, fosforu a horčíka v rámci morfotopov

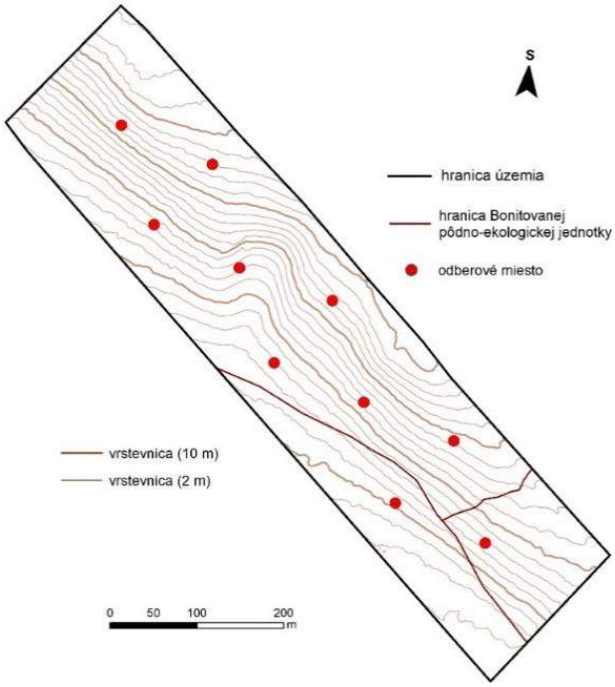
počet bodov v sieti	dusík	uhlík
70	±0,93 %	±1,02 %
60	±8,11 %	±4,88 %
50	±14,18 %	±8,59 %
37	±22,22 %	±17,55 %
29	±28,03 %	±16,31 %
18	±25,45 %	±22,11 %
14	±33,38 %	±25,77 %
10	±29,57 %	±24,58 %

počet bodov v sieti	fosfor	horčík
18	±15,51 %	±4,00 %
14	±37,41 %	±16,00 %
12	±35,85 %	±15,41 %
10	±34,86 %	±12,06 %
8	±40,27 %	±11,27 %
6	±48,66 %	±46,61 %

Podobné závery ako v prípade uhlíka a dusíka možno aplikovať aj na odberové siete pre zisťovanie obsahu fosforu a horčíka (Tab. 1). V tomto prípade si všímame výrazný rozdiel medzi priemernými odchýlkami pre fosfor a horčík, čo poukazuje na antropogénny zásah a hnojenie fosfátmi. Horčík, ktorý sa vyskytuje v území prirodzene je relatívne dobre modelovateľný, čo sa odrazilo, v porovnaní s ostatnými prvkami, na nízkych odchýlkach. Priestorová informácia sa, rovnako ako v prípade uhlíka a dusíka, zahusťovaním siete výrazne nemení.

Na základe vyššie uvedených tabuliek by bolo možné vybrať optimálnu sieť pre každý jeden prvok zvlášť, avšak to by bolo finančne nevýhodné a v praxi neaplikovateľné. Preto

uvažujeme nad jednou sieťou pre všetky skúmané prvky. Syntézou legislatívneho rámca a našich výsledkov by bolo možné reprezentatívne vzorkovať riešené územie práve na hornej hranici legislatívne definovanej hustoty vzorkovania. Preto volíme za optimálnu sieť s desiatimi vstupnými bodmi rovnomerne rozmiestnenými v celom území. Táto sieť reprezentuje jednak geometrické formy, ale aj všeobecne platný úzus, zohľadniť pri vzorkovaní rozmanitosť bonitovaných pôdnoekologických jednotiek. Z finančného hľadiska je táto sieť náročnejšia, avšak poskytne presnejšiu informáciu o stave zásob živín.



Obr. 2. Zvolená optimalizovaná odberová sieť

Záver

Optimalizované rozmiestnenie pôdnych sond a správne odoberanie pôdnych vzoriek pre identifikáciu pôdnych zložiek je integrálnou časťou manažmentu v poľnohospodárskej krajine. Po vytvorení priemeru odchýlok všetkých morfotopov pre každú zriedenú odberovú sieť sme zistili, že pri modelovaní distribúcie živín sa priestorová variabilita prvkov zvyšovaním hustoty vzorkovania výrazne nemení. To znamená, že zahustením odberovej siete nedostaneme presnejšiu informáciu ako pri vzorkovaní podľa legislatívneho štandardu, pokiaľ nevzorkujeme vo finančne náročnej absolútnej hustote. Tým sme potvrdili vhodnosť legislatívne zakotveného štandardu (jedna vzorka na dva, resp. štyri hektáre), čo pre naše územie predstavuje šesť až deväť vzoriek. Avšak na základe vykonaných štatistických úkonov, odporúčame vzorkovať na hornej hranici intervalu, t.j. deväť až desať vzoriek. Na

základe zistených údajov možno hodnotiť štandardizované vzorkovanie ako dostačujúce pre potreby precízneho poľnohospodárstva.

Je nutné podotknúť, že zistené výsledky nie je v súčasnej dobe možné, vzhľadom na potrebu verifikácie výsledkov, extrapolovať a aplikovať na územia s iným charakterom. Aplikovateľnosť je pravdepodobne možná pre geometricky, morfometricky a chemicky veľmi podobný kultúrny diel.

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmlúv č. APVV-15-0597 a APVV-15-0054.

Zoznam použitej literatúry

[1] Schöning, I., Totsche, K. U. a Kogel-Knabner, I. (2006) Geoderma 136(1), p. 631

[2] Heuvelink, G. B. M., Bierkens, M. F. P. (1992) Geoderma 55(1), p. 1

[3] Sinowski, W., Auerswald, K. (1999) Geoderma 89(2), p. 113

[4] Schepers, A.R., Shanahan, J.F., Liebig, M.A., et al. (2004) Agron. J. 96(1), p. 195

[5] Harrell, J. B. (2014) An evaluation of soil sampling methods in support of precision agriculture in northeastern North Carolina. (Master's thesis). University of Southern California

[6] Wollenhaupt, N. C., Wolkowski, R. P., Clayton, M. K. (1994) J. Prod. Agric. 7(4), p. 441

[7] Mallarino, A. P., Wittry, D. J. (2004) Precis. Agric. 5(1), p. 131

[8] Vašát, R, Huevelink, G.B.M., Borůvka, L. (2009) Geoderma 155(1), p. 147

[9] Stamper, D.J., Agouridis, C.T., Edwards, D.R. et al. (2014) Appl. Eng. Agric. 30(5), p. 773

[10] Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 338/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o postupe pre odber pôdnych vzoriek, spôsobe a rozsahu vykonávania agrochemického skúšania pôd, zisťovania pôdnych vlastností lesných pozemkov a o vedení evidencie hnojenia pôdy a stavu výživy rastlín na poľnohospodárskej pôde a na lesných pozemkoch.

[11] Základná mapa Slovenskej republiky 1 : 10 000. [Citované: 14. február 2019] <http://tiles.geop.sazp.sk/base/service?>

[12] Matečný, I., Jenčo, M., Matečná, G. (2010) AGUC 54(1), p. 33

Študentská vedecká konferencia PriF UK 2019

Zborník recenzovaných príspevkov

Dátum a miesto konania:	9. apríl 2019
	Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta
Editori:	doc. RNDr. Michal Galamboš, PhD.
	doc. RNDr. Vladimíra Džugasová, PhD.
	doc. RNDr. Andrea Ševčovičová, PhD.
	Mgr. Adela Bobovská, PhD.
Recenzenti:	Členovia odborného výboru
	Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.
Vydalo:	Univerzita Komenského v Bratislave vo Vydavateľstve UK
Grafická úprava:	Mgr. Adela Bobovská, PhD.
Vydanie:	prvé
Náklad	400 ks
Rozsah strán:	1367
ISBN:	978-80-223-4711-2

ŠVK
PriF UK
2019

ISBN 978-80-223-4711-2