

**MINDEN CSEPP SZÁMÍT
IV. VÍZTUDOMÁNYI NEMZETKÖZI KONFERENCIA
ABSZTRAKT KÖTET**

**EVERY DROP COUNTS
IVTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER SCIENCES
ABSTRACT VOLUME**

**12. APRIL 2021
SZARVAS**

Published by:

MATE Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
Institute of Environmental Sciences Department of Irrigation and Land
Improvement
5540 Szarvas, Hungary
www.uni-mate.hu

Responsible publisher:

Dr. Jakab Gusztáv
University Associate Professor, MATE, Institute of Environmental Sciences,
Department of Water Management and Climate Adaption

Editors:

Dr. Jakab Gusztáv – Csengeri Erzsébet

Supported by:

EFOP-3.6.1-16-2016-00016 The specialise of the SZIU Campus of Szarvas research
and training profile with intelligent specialization in the themes of water management,
hydroculture, precision mechanical engineering, alternative crop production EU project
funded by ESZA

ISBN 978-963-269-952-3

**Szarvas
2021**

Tartalomjegyzék ♦ Substance

Borbála Gémes – Eszter Takács – Alexei Nabok – Mária Mörtl - András Székács: Development of an Immunofluorescence Assay Module for Determination of several agricultural pollutants in water	4
Lázár Diána – Takács Eszter – Klátyik Szandra – Lenk Sándor – Barócsi Attila – Kocsányi László – Adányi Nóra –Székács András: Fluoriméter fejlesztése klorofill in situ mérésére	10
Malihe Masoudi - Csaba Centeri - Gergely Jakab: Using technique of Near-Infrared spectrometry for soil measurement.....	18
Szalókiné Zima Ildikó: A víz- és tápanyagellátás hatása a magról vetett vöröshagyma minőségére	25
Deganutti de Barros Vinicius - Kaldybayeva Dana - Grósz János - Waltner István: Water footprint analysis of maize and sunflower in the Rákos stream watershed for the year of 2020.....	32

DEVELOPMENT OF AN IMMUNOFLUORESCENCE ASSAY MODULE FOR DETERMINATION OF AGRICULTURAL POLLUTANTS IN WATER

Borbála GÉMES¹ – Eszter TAKÁCS¹ – Alexei NABOK² – Mária MÖRTL¹ -András SZÉKÁCS¹

¹ Agro-Environmental Research Centre, Institute of Environmental Sciences, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Herman O. út 15, H-1022 Budapest, Hungary, e-mail: gemes.borbala.leticia@uni-mate.hu, takacs.eszter84@uni-mate.hu, mortl.marina@uni-mate.hu, szekacs.andras@uni-mate.hu,

² Materials and Engineering Research Institute, Sheffield Hallam University, Howard Street, Sheffield S1 1WB, UK, e-mail: a.nabok@shu.ac.uk

Introduction

Project Aquafluosense (NVKP_16-1-2016-0049) aims to develop a new water analysis system for natural and artificial waters, allowing complex, systematic and *in situ* fluorescence-based assessment and monitoring of water quality. This modular instrument family is able to detect some main parameters including chlorophyll-a content (as an indication of algal density), certain amino acids (as an indication total organic carbon), polycyclic aromatic hydrocarbons, and certain agricultural pollutants. Within the project an enzyme-linked fluorescent immunoassay (ELFIA) module was developed for monitoring and quantification of mycotoxin zearalenone (ZON). ZON is a well-known food and feed contaminant, moreover in the last years it has also emerged as a surface water pollutant. With our developed ELFIA method analytical detection of ZON in surface water can be performed without any sample preparation prior to immunofluorometric analysis.

A review of the scientific literature indicates that ZON, a toxic secondary metabolite produced by species of the *Fusarium* genus e.g. *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. semitectum*, *F. cerealis*, and *F. equiseti* (Dänicke and Winkler, 2015), is a frequently occurring mycotoxin mostly found in food and feed (especially in grains) having economic impacts on agriculture and causing high risk to food and feed-born intoxication in humans and livestock (Khaneghah et al., 2019). The wide range of mycotoxin impacts includes genotoxic, cytotoxic, mutagenic, and teratogenic effects, but the most known negative effect of ZON is its endocrine disruption. Hormon-mediated processes in mammals may be affected by ZON (and its derivatives) via triggered estrogen-like effects (Zheng et al., 2019). Natural mycotoxin contamination in agricultural products (both commodities and processed products) has been investigated for decades and this resulted numerous well-established methods for quantification of ZON, most of them using colorimetric and fluorescence-based strategies, chromatographic methods or enzyme-linked oligonucleotide assays (Caglayan et al., 2020). Traditional chromatographic methods have low limits of detection (LODs) and limits of quantification (LOQs) but are time consuming technologies and require special instrumentation for sample preparation. In contrast, immunoassay-based techniques are

cost-effective and allow rapid monitoring. Therefore, if a single analytical signal indicating the presence of ZON is sufficient, immunoassay can be a method of choice. The occurrence of ZON in surface waters is a quite recent finding (Gromadzka et al., 2009). This is of importance not only from the aspect of surface water analysis and environmental assessment but also because such water contamination provides another potential route to human exposure beside food- and feed-born intoxication (Russell and Paterson, 2007). ZON and other mycotoxins have been often found lately in surface waters in Poland (Gromadzka et al., 2009), Brazil (Emídio et al., 2020), Portugal (Laranjeiro et al., 2017) and the United States (Iowa State) (Maragos, 2012).

Materials and methods

Chemical and biochemical reagents, including goat anti-rabbit IgG–HRP (horseradish peroxidase) conjugate as secondary antibody, salts for buffers and the ZON standard were purchased from Sigma-Aldrich Inc. (St. Louise, MO, USA), unless indicated otherwise. The preparation zearalenone-6'-carboxymethyloxime-bovine serum albumin conjugate (ZON-BSA), immunization in rabbits, serum collection, and purification of rabbit anti-ZON IgG as a primary antibody were performed on the basis on the literature (Székács et al., 2009).

Immunoassays were carried out in high capacity 96-well microplates (Nunc, Roskilde, Denmark) for colorimetric assay and in low profile 96-well (white wells for increased fluorescence) microplates (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA) with the use of a self-designed holder printed by 3D printer (provided by Budapest University of Technology and Economics) for ELFIA. In the last step of the immunoassay QuantaRed Enhanced Chemiluminescent HRP Substrate Kit (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA USA) was used. The kit contains a non-fluorescent reagent (10-acetyl-3,7-dihydroxyphenoxazine, ADHP), which is converted into a highly fluorescent reaction product (resorufin) when dehydrogenated (oxidized) by HRP. This process allows both visual colorimetric detection in a plate reader and fluorimetric detection by our method reported here. Absorbances were read by SpectraMax iD3 Multi-Mode Microplate Reader (Molecular Devices, San Jose, CA, USA) at a wavelength of 576 nm. Relative fluorescence signals were determined by the prototype of our microplate-based immunofluorescence reader instrument (Fig 1. A, B) equipped with CREE XPEBGR-L1-0000-00F01 LED (520-535 nm min-max dominant wavelength) as a light source and an FF01-593/40-25 output filter (peak: 593 nm, width: 40 nm) developed in the Aquafluosense project (Csósz et al., 2019).

In an indirect competitive ELISA format, plates were coated with 1 µg/ml of the ZON-BSA conjugate in carbonate buffer (15 mM Na₂CO₃, 35 mM NaHCO₃, pH=9,6) overnight at 4°C. Blocking was carried out with 1% gelatine in phosphate buffer saline (PBS) (137 mM NaCl, 2,7 KCl, 10 mM Na₂HPO₄ x 2 H₂O, pH=7,4) at 37°C for 1.5 hours. After 4 times of washing, 50 µl/well of the sample or a ZON standard solution (delivered in dilution series to several wells) and the ZON-specific antiserum (rabbit, dilution 1:1000) were added, and the plate was incubated for 1 hour at 37°C. After 4 times washing, 100 µl/well of goat anti-rabbit-HRP (dilution 1:7500) were added, and the plate was incubated for 1 hour at 37°C. The unbound fraction of the labelled secondary antibody was washed out 4 times with PBS, and the QuantaRed Enhanced Chemiluminescent HRP Substrate Kit was added to obtain a detectable amount of the

fluorescent product. Colour development was terminated by adding 10 µl/well of the stop solution supplied in the fluorescence kit.

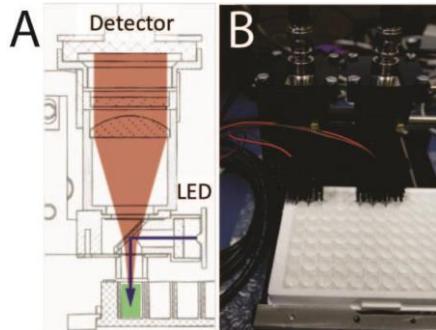


Figure 1.: Schematic view of the ELISA plate compatible sensor head (A). Photo of the ELFISA plate reader instrument prototype (B).

As this immunoassay is devised in a competitive format, the higher the ZON concentration in the sample, the lower analytical signal is recorded. Assays were performed in triplicates. Background measures were performed by using a high concentration of ZON at 2000 ng/ml, where all the antibodies of the antiserum were bound to ZON in the solution and eliminated from the system with the washing process. Matrix effects were determined by comparing calibration curves obtained in assay buffer and in surface water sample from river Danube.

Results and discussion

Indirect competitive ELISAs were performed to determine ZON calibration curves. The LOD was found to be 0.09 ng/ml for ZON, and the detection range was investigated in a concentration series of 0.004 pg/ml – 2 µg/ml ZON. After the colorimetric assay the liquid phase was transferred with 8-channel pipette to a low profile white 96-well microplate where fluorescence was determined. Calibration curves and LODs were established in parallel for absorbance and fluorescence, and both in assay buffer and in surface water (Figure 2.). For comparable presentation relative analytical signals (relative to the maximal, negative control signal) are presented. The investigations for matrix effects did not result significant difference among curves in buffer or surface water ($p > 0.05$).

Different LOD values were calculated for the two analytical signals, and resulted in LODs = 0.25 and 0.09 ng/ml for visual absorbance and fluorescence detection, respectively. Determination by fluorescence provided a wider and steeper dynamic range, thus ELFIA proved to be a more sensitive method than the corresponding ELISA. Application of the QuantaRed Enhanced Chemiluminescent HRP Substrate Kit with HRP enzyme reaction provided lower LOD than that with o-phenylenediamine dihydrochloride (OPD) as chromophore (LOD for OPD=0.84 ng/ml) in the colorimetric assay.

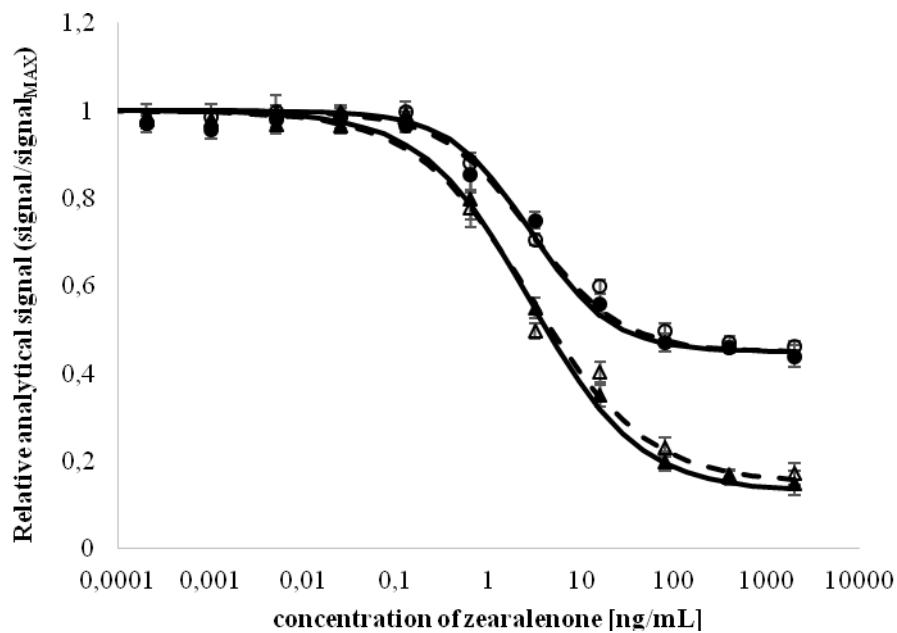


Figure 2: Competitive indirect calibration curves for zearalenone obtained in assay buffer (hollow markers, dashed lines) and in surface water from river Danube (solid markers, solid lines) determined by absorbance (\bullet , \circ) and fluorescence (\blacktriangle , Δ), detected at 576 and 593 nm wavelengths, respectively.

Conclusions

Application of the fluorescence detection method reported here resulted in a more sensitive method with a lower LOD value than those obtained in the corresponding colorimetric assay. This benefit allows determination of lower pollutant concentrations in surface water as ELFIA proved to be a more effective technique in the given analytical determination than the related ELISA method. In addition, no significant differences have been found between the calibration curves in assay buffer and in surface water, indicating the possibility of carrying out the measurement without any sample preparation step. The 96-well microplate format of the method allows an assay capacity of 25 samples in parallel in triplicates (with standard curves of 7 calibration points).

Summary

This study reports the development of an enzyme-linked immunofluorescence assay (ELFIA) for determination and quantification of mycotoxin zearalenone (ZON) based on a competitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) format combined with fluorescence detection. ELFIA analyses were carried out in the 96-well microplate-based fluorimeter prototype instrument we developed within project Aquafluosense. Within the project, prototypes of fluorescence-based instrumentation for *in situ* measurement of several characteristic parameters of water quality were developed. The

immunofluorescence method applied into the system has the possibility to detect several environmental xenobiotics/agricultural pollutants including ZON. The method reported is appropriate for *in situ* determination and monitoring of the target compound in the concentration range of 0.09–400 ng/ml. The immunofluorescence module of the fluorimeter set and the ELFIA method applied can be utilised for detection of other water-polluting substances if antibodies of suitable avidity and specificity are available for immunoanalytical determination with proper sensitivity are available. This provides versatility of the immunofluorescence detection technique and instrumentation developed.

Keywords: Aquafluosense, immunofluorescence, zearalenone, mycotoxin, fluorescence detection, competitive immunoassay

Acknowledgements

This research was funded by the Hungarian National Research, Development and Innovation Office within the National Competitiveness and Excellence Program, project NVKP_16-1-2016-0049 “*In situ*, complex water quality monitoring by using direct or immunofluorimetry and plasma spectroscopy” (Aquafluosense 2017-2021).

References

- Caglayan, M.O. – Şahin, S. – Üstündağ, Z.: 2020. Detection strategies of zearalenone for food safety: A review. *Crit. Rev. Anal. Chem.* 67. 1–20.
- Csősz, D. – Lenk, S. – Barócsi, A. – Csöke, T. L. – Klátyik, S. – Lázár, D. – Berki, M. – Adányi, N. – Csákányi, A. – Domján, L. – Szarvas, G. – Kocsányi, L. – Székács, A.: 2019. Sensitive fluorescence instrumentation for water quality assessment. Optical Sensors Conference of Optical Society of America San Jose, California, United States, 25–27 June 2019, pp. JW3A-29.
- Dänicke, S.–Winkler, J.: 2015. Invited review: Diagnosis of zearalenone (ZEN) exposure of farm animals and transfer of its residues into edible tissues (carry over). *Food Chem. Toxicol.* 84. 225–249.
- Emídio, E.S. – Da Silva, C.P. – De Marchi, M.R.R.: 2020. Estrogenic mycotoxins in surface waters of the Rico Stream micro-basin, São Paulo, Brazil: Occurrence and potential estrogenic contribution. *Eclética Química* J. 45. 23–32.
- Gromadzka, K. – Waśkiewicz, A. – Goliński, P. – Świetlik, J.: 2009. Occurrence of estrogenic mycotoxin—Zearalenone in aqueous environmental samples with various NOM content. *Water Res.* 43. 1051–1059.
- Khaneghah, A.M. – Fakhri, Y. – Gahrue, H.H. – Niakousari, M. – Sant’Ana, A.S.: 2019. Mycotoxins in cereal-based products during 24 years (1983–2017): A global systematic review. *Trends Food Sci. Technol.* 91. 95–105.
- Laranjeiro, C.S. – Da Silva, L.J.G. – Pereira, A.M. – Pena, A. – Lino, C.M.: 2017. The mycoestrogen zearalenone in Portuguese flowing waters and its potential environmental impact. *Mycotoxin Res.* 34. 77–83.
- Maragos, C.M.: 2012. Zearalenone occurrence in surface waters in central Illinois, USA. *Food Addit. Contam. Part B*. 5: 55–64.
- Russell, R. – Paterson, M.: 2007. Zearalenone production and growth in drinking water inoculated with *Fusarium graminearum*. *Mycol. Prog.* 6. 109–113.
- Székács, A. – Adányi, N. – Székács, I. – Majer-Baranyi, K. – Szendrő, I.: 2009. Optical waveguide light-mode spectroscopy immunosensors for environmental monitoring. *Applied optics*, 48. 4: B151-B158.
- Zheng, W. – Feng, N. – Wang, Y. – Noll, L. – Xu, S. – Liu, X. – Lu, N. – Zou, H. – Gu, J. – Yuan, Y. – Liu, X. – Zhu, G. – Bian, J. – Bai, J. – Liu, Z.: 2019. Effects of zearalenone and its derivatives on the synthesis and secretion of mammalian sex steroid hormones: A review. *Food Chem. Toxicol.* 126. 262–276.

Immunfluoreszcenciás vizsgálati modul kidolgozása mezőgazdasági szennyező anyagok meghatározásához vízben

Összefoglaló

Enzimjelzéses immunfluoreszcenciás vizsgálati (ELFIA) módszert fejlesztettünk ki a zearalenon (ZON) mikotoxin kimutatására és mennyiségi meghatározására egy versengő enzimjelzéses immunoassay (ELISA) vizsgálati formátum és fluoreszcenciadetektálás kombinálásával. Az ELFIA elemzéseket az Aquafluosense projekt keretében kifejlesztett 96 üreges mikrolemezalapú fluoriméter műszerprototípussal végeztük. A projekt keretében kidolgoztuk a vízminőség számos jellemző paraméterének *in situ* mérésére szolgáló fluoreszcenciaalapú műszer prototípusait. A rendszerben alkalmazott immunfluoreszcenciás módszer számos környezeti xenobiotikum/mezőgazdasági szennyezőanyag kimutatására alkalmas, beleértve a ZON mikotoxint. A módszer alkalmas a célvegyület *in situ* meghatározására és monitorozására a 0,09–400 ng/ml koncentrációtartományban. A fluorimétercsalád immunfluoreszcens modulja és az alkalmazott ELFIA módszer felhasználható más vízsennyező anyagok kimutatására is, ha megfelelő érzékenységű immunanalitikai meghatározásra megfelelő aviditású és specifítású antitestek állnak rendelkezésre. Ez biztosítja a kifejlesztett immunfluoreszcencia detektálási technika és műszer sokoldalú alkalmazhatóságát.

Kulcsszavak: Aquafluosense, immunfluoreszcencia, zearalenon, mikotoxin, fluoreszcencia detektálása, versengő immunoassay

FLUORIMÉTER FEJLESZTÉSE KLOROFILL *IN SITU* MÉRÉSÉRE

LÁZÁR Diána¹ – TAKÁCS Eszter¹ – KLÁTYIK Szandra¹ – LENK Sándor² – BARÓCSI Attila² – KOCSÁNYI László² – ADÁNYI Nóra³ – SZÉKÁCS András¹

¹ MATE, Agrár-környezettudományi Kutatóintézet, 1022 Budapest Herman Ottó út 15, e-mail:
Lazar.Diana@uni-mate.hu, Takacs.Esztter84@uni-mate.hu, Klatyik.Szandra@uni-mate.hu,
Szekacs.Andras@uni-mate.hu

² Budapesti Műszaki és Gazdaság tudományi Egyetem Atomfizika Tanszék, 1111 Budapest Műegyetem rkp.

3, e-mail: lenk@eik.bme.hu, barocsi@eik.bme.hu, kocsanyi@eik.bme.hu,

³ MATE, Élelmiszer tudományi Kutatóintézet, 1022 Budapest Herman Ottó út 15, e-mail:
Adanyi.Nora@uni-mate.hu

Bevezetés

Az antropogén eredetű vegyi anyagok közül a mezőgazdaságban alkalmazott növényvédő szerek jelentős környezeti terhelést jelentenek, mivel lefolyással, kimosódással bomlástermékeik és maradványai könnyen bejuthatnak felszíni vízrendszerbe (Verro et al., 2009; Brock, 2013; Silva et al., 2015). Ez befolyásolja a víztestek ökoszisztemáját, ökológiai állapotát, és megváltoztatja a vízhasználati lehetőségeket. Az algák jó mutatói a vízminőségnek, ezért a környezetvizsgáló rendszerek fontos elemei. Számos módszer létezik mennyiségekbecslésére, az egyik az algák fő fotoszintetikus pigmentjének, a klorofillnek a mérése. Különböző típusú pigmenteket tartalmaznak, amelyek diverzifikált detektálása lehetőséget ad az algaösszetétel becslésére.

A fluoreszcencia jelensége felhasználható a klorofill mérésére, amelynek során a mintát adott hullámhosszon elektromágneses sugárzással gerjesztjük, és az válaszul egy másik, valamivel nagyobb hullámhosszon fényt bocsát ki. A fluoreszcenciaalapú klorofillmérési módszert az 1970-es évek elején fejlesztették ki (Kiefer, 1973), és később számos kísérletet tettek arra, hogy a fő algacsoportokat különböző pigmentösszetételük alapján elválasszák egymástól (Yentsch és Yentsch, 1979; Yentsch és Phinney, 1985). Ma már rendelkezésre állnak fluoreszcencián alapuló eszközök a klorofilltartalom és az algaösszetétel becslésére (Beutler et al., 2002), bár hatékonyságukat gyakran vitatják (Kahlert és McKie, 2014).

Az Aquafluosense (NVKP_16-1-2016-0049) konzorcium keretében egy komplex, moduláris műszert fejlesztünk ki a vízminőség mérésére. Célunk olyan modul kifejlesztése algasűrűség és -összetétel fluoreszcencia alapuló mérésére, amely a korábbi műszereknél nagyobb hatékonysággal működik.

Anyag és módszer

A modul fejlesztése során több műszerprototípust alakítottunk ki, és teszteltük az 1. táblázatban bemutatott specifikus jellemzőkkel.

1. táblázat. Fluoreszcens mérőműszerek prototípusai az egyes fejlesztési fázisokban

A műszer jellemzői	FluoroMeter Modul (FMM)	Klorofill Fluorometer (CFM4Ch)	Fluorometer with dichroic rendszer (FDS)
Gerjesztési forrás	Lézerdióda (10 mW)	Lézerdióda (>25 mW)	LED-fényforrás
Gerjesztési hullámhossz (nm)	635	637	470, 630
Detektálási hullámhossz (nm)	690 ($\Delta\lambda=10$) 735 ($\Delta\lambda=10$)	690 ($\Delta\lambda=10$), 735 ($\Delta\lambda=10$) 716 ($\Delta\lambda=43$), 708 ($\Delta\lambda=75$)	716 ($\Delta\lambda=43$) 708 ($\Delta\lambda=75$)
Csatornák száma	2	4	2

Table 1. Fluorescence measurement instrument prototypes at developmental phases

Column 1: Instrument characteristics, Excitation wavelength (nm), Detection wavelength (nm), Number of channels

Az optimális gerjesztési hullámhosszok kiválasztása érdekében 420, 470 és 630 nm gerjesztési hullámhosszon felvettük a különböző algafajok emissziós fluorescenciaspektrumát. A vizsgálati fajok a kékalgák csoportjába (Cyanophyta) tartozó *Cylindrospermopsis raciborskii* (CR) és *Microcystis aeruginosa* (MA), illetve a zöldalgák (Chlorophyta) csoportjába tartozó *Desmodesmus subspicatus* (DS), *Raphidocelis subcapitata* (RS) és *Scenedesmus obtusiusculus* (SO) voltak. A szétválasztás alapja, hogy még a kékalgák fotoszintetikus rendszere csak a klorofill-a-t tartalmaz, a zöldalgák emellett klorofill-b-t is tartalmaznak.

Előkísérleteket végeztünk a modul további paramétereinek vizsgálatára. A vízmintatartó mikrotálca színe jelentős hatással lehet a detektált fluoreszcencia jelre. A mérés során fehér és fekete mikrotálcákon mértük a reflexiót fényintenzitás folyamatos növekedése mellett algatápoldaton. A visszaverődést három algatenyészeti fenntartása során használt tábolkatokon és desztilláltvízben néztük.

Megvizsgáltuk a sötétadaptáció hatását a fluoreszcens jelre, amelynek során az algaminták koncentrációsorozatának 10-perces sötétinkubációját alkalmaztuk fluoreszcenciás mérésük előtt. Ezután a fluoreszcens jeleket összehasonlítottuk a sötétinkubálás nélküli mérésekkel.

Tesztlelők a FluoroMeter Module (FMM), a Chlorophyll Fluorometer (CFM4ch) és a Fluorometer with dichroic system (FDS) prototípusok alkalmazhatóságát *Raphidocelis subcapitata* zöldalga és a *Microcystis aeruginosa* kékalgá monokultúráin. Az eredményeket egyéb, algadenzitás becslésére alkalmas módszerekkel hasonlítottuk össze. Ezek a következők voltak: az optikai sűrűség mérése spektrofotometrrel, mikroszkópos sejtszámlálás Bürker-kamra segítségével és klorofillmérés szerves oldószeres (etanolos) kivonásos módszerrel (Wetzel & Likens, 2013). Végül meghatároztuk és összehasonlítottuk a prototípusok kimutatási határait (KH) és mérési határait (MH).

Hígítási sorozatot készítettünk *Raphidocelis subcapitata* zöldalga és *Microcystis aeruginosa* kékalga törzskultúrájából. Az *R. subcapitata* legsűrűbb sejt koncentráció $5,97 \cdot 10^6$ sejt ml⁻¹, a *M. aeruginosa* sejt koncentráció $6,33 \cdot 10^7$ sejt ml⁻¹ volt. A hígítási sorozatokat úgy készítettük el, hogy az első tag 100% -os algát, a második tag 90% -os algát és 10% tápoldatot tartalmazott, és így 10% -os lépésekkel, míg 100% tápoldatot nem tartalmazott. Ez külön-külön történt minden két algára. Ezután a két alga különböző koncentrációs tagjait egygyűjtöttük egymással, így összesen 121 mintánk keletkezett. Ezután a kombinációk fluoreszcenciájait az R statisztikai szoftverrel vizualizáltuk (R Core Team, 2013).

Egyszeri mintavétel során egy horgásztó (É 47.173014, K 18.171313) algaközösségeinek összetételét Zeiss Axiovert 100 fordított mikroszkóppal határoztuk meg, 100-szoros nagyítással (Utermöhl, 1958) valamint a FDS modul alkalmazásával megnéztük a fluoreszcenciajel intenzitását adott mintán, majd összehasonlítottuk az eredményeket.

Eredmények és értékelésük

A legújabb fluoriméter prototípushoz 470 nm és 630 nm gerjesztési hullámhosszokat választottunk (1. ábra). Ezen gerjesztési hullámhosszokon emissziós csúcsokat detektáltunk 690, illetve 660 nm hullámhosszokon. A műszer detektálási hullámhosszait az emissziós spektrum, valamint a modul fejlesztése által megkövetelt egyéb fontos elekrotechnikai és optikai szempontok (1. táblázat) figyelembevételével választottuk ki.

1. ábra. A vizsgált algafajok fluoreszcenciaemissziós spektruma kétféle gerjesztési hullámhossz, 470 nm (a) és 630 nm (b) mellett. CR: *Cylindrospermopsis raciborskii*, MA: *Microcystis aeruginosa*, DS: *Desmodesmus subspicatus*, RS: *Raphidocelis subcapitata*, SO: *Scenedesmus obtusiusculus*.

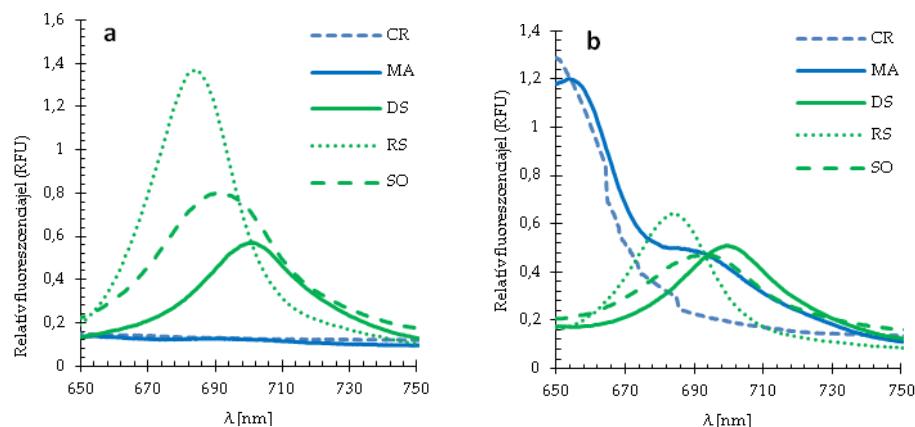


Figure 1. Emission spectra of different algal species studied at excitation wavelengths of 470 nm (a) and 630 nm (b). CR: *Cylindrospermopsis raciborskii*, MA: *Microcystis aeruginosa*, DS: *Desmodesmus subspicatus*, RS: *Raphidocelis subcapitata*, SO: *Scenedesmus obtusiusculus*.
y axis: Relative fluorescence unit (RFU)

A mikrolemez színének hatását a fluoreszcenciacjelre a 2a. ábra mutatja. A jel nem nőtt a fényintenzitás növekedése mellett, állandó maradt a fekete mikrolemezen. Ezzel szemben a fehér mikrolemezen növekvő tendenciát mutatott a növekedett fényintenzitással. Ez azzal magyarázható, hogy a fekete mikrolemez elnyeli a fénnyt, míg a fehér lemez jól detektálható jelet produkál. Ezen eredmények alapján a későbbi elemzésekhez a fehér mikrolemezt választottuk.

2. ábra. Reflexió különböző színű microtálcákon a fényintenzitás folyamatos növekedése mellett (a), sötétadaptáció hatása a fluoreszcenciás jel nagyságára (b).

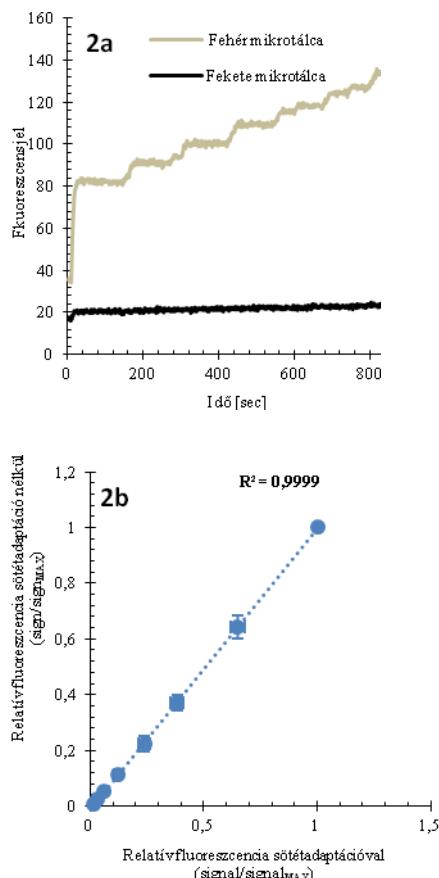


Figure 2. Reflection measured on microplates of different colours with increasing light intensity over time (2a), effect of dark adaptation on the magnitude of the fluorescence signal (2b)

2a, x axis: Time

y axis: Fluorescence signal

2b, x axis: Relative fluorescence with dark adaptation ($\text{sign}/\text{sign}_{\text{MAX}}$)

y axis: Relative fluorescence adaptation ($\text{sign}/\text{sign}_{\text{MAX}}$)

A sötétagaptációval és anélkül kapott minták jelei közötti korreláció a 2b. ábrán látható. Az illesztett egyenes R^2 értéke $>0,99$, ami azt mutatja, hogy a két adatsor szignifikánsan korrelál. Ezen eredmények alapján arra következtetünk, hogy a sötétagaptáció alkalmazása nincs hatással a kapott fluoreszcenciajel mértékére. Így a jövőben nem szükséges sötétagaptációt alkalmazni a méréseink előtt.

A különböző abudanciamérési módszerek eredményeit összehasonlítottuk ugyanazon mintákon a három modul prototípusával kapott fluoreszcencia jeleivel. A korrelációkra illesztett lineáris modellek R^2 értékeit a 2. táblázat tartalmazza. minden esetben igen erős korrelációkat találtunk ($R^2 > 0,90$).

2. táblázat. Korrelációs koefcients kék- és zöldalgadenzitást meghatározó módszerei között

Prototípus	<i>Raphidocelis subcapitata</i>			<i>Microcystis aeruginosa</i>		
	FMM	CFM4ch	FDS	FMM	CFM4ch	FDS
OD	0,98	0,97	0,99	0,99	0,99	0,96
Bürker-kamra	0,98	0,95	0,94	0,99	0,99	0,95
Klorofillkivonás	0,99	0,97	0,90	0,99	0,99	0,94

Table 2. Correlation coefficients between densities of model green and blue-green algae determined by different methods

Column 1.:Prototype, Optical density, Bürker-chamber, Chlorophyll extract.

A három modul prototípusára számított KH és MH értéket a 3. táblázat tartalmazza. A KH és MH értékei folyamatos csökkenést mutattak a modul fejlődési fázisa mentén, a KH $4,01 \cdot 10^6$, $2,22 \cdot 10^3$ és $8,12 \cdot 10^6$ sejt ml^{-1} , a MH pedig $8,12 \cdot 10^4$, $2,65 \cdot 10^5$ és $6,10 \cdot 10^3$ sejt ml^{-1} voltak.

3. táblázat. Kimutatási határ (KH) és mérési határ (MH) a fluorescens modul három prototípusával

Prototípus	FMM	CFM4ch	FDS
KH (sejt ml^{-1})	$4,01 \cdot 10^6$	$2,22 \cdot 10^3$	$3,70 \cdot 10^3$
MH (sejt ml^{-1})	$8,12 \cdot 10^6$	$2,65 \cdot 10^5$	$6,10 \cdot 10^3$

Table 3. Limits of detection and limits of quantitation values for the three prototypes of the fluorometer modules

Column 1.: Limits of detection (cells ml^{-1}), limits of quantification (cells ml^{-1})

Az algakeverékek FDS segítségével detektált fluoreszcencia jeleit az 3. ábra mutatja. Az 3a. ábrán látható, hogy az 1. csatornán a jelintenzitás a kék- és zöldalgasejtek számának növekedésével nőtt. Az 3b. ábra azt mutatja, hogy a fluoreszcenciajel nem nőtt a *M. aeruginosa* növekedésével, amikor az *R. subcapitata* alacsony koncentrációban volt jelen. A jel az *R. subcapitata*-sejtek koncentrációjának növekedésével erőteljes növekedést mutatott. Magas *M. aeruginosa*-koncentráció esetén azonban gyengébb növekedést mutatott a zöldalgasejtek koncentrációjának növekedésével. Magas sejtkoncentráció esetén a fluoreszcencia jel csökkent a *M. aeruginosa*-sejtek koncentrációjának párhuzamos növekedésével. A kapott eredmények azzal magyarázhatók, hogy a készülék 1-es csatornája 470 nm gerjesztési hullámhosszon és 716 nm detektálási hullámhosszon működik, amely mind a klorofill-a, mind a klorofill-b mérésére alkalmas. Ezzel szemben a második csatorna 630 nm gerjesztési hullámhosszon és 708 nm detektálási hullámhosszon csak a klorofill-b-t méri. A

kékalgák, mint például a *Microcystis*, csak klorofill-a-t tartalmaznak, míg a *Raphidocelis* klorofill-a-t és klorofill-b-t is (Suggett et al., 2010).

3. ábra. A fluoreszcens jelet a kevert tenyészletekben levő MA és RS sejtkoncentrációk, illetve azok arányának függvényében mértük az 1. és a 2. csatornán is. Az 1. csatorna gerjesztési és detektálási hullámhosszai 470 nm, illetve 716 nm, míg a 2. csatornánál a gerjesztési és detektálási hullámhosszok 630 nm, illetve 708 nm.

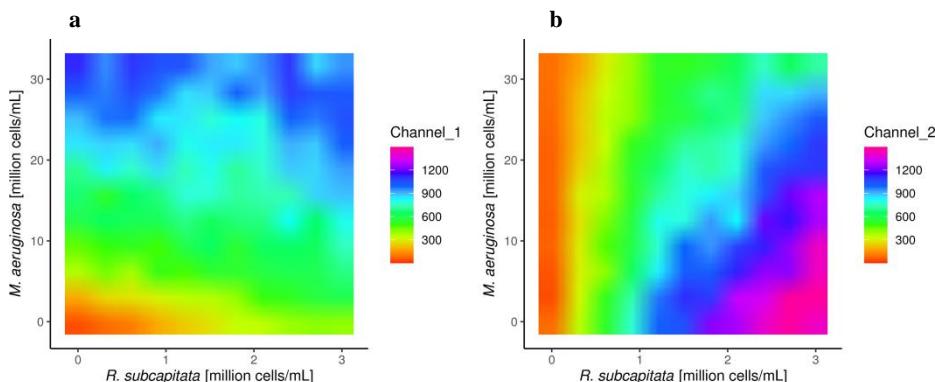


Figure 3. Fluorescence signal (colours) in function of the cell concentrations of MA and RS in the algal mixtures measured on channel 1 (a) and channel 2 (b). Channel 1 uses excitation and detection wavelengths of 470 nm and 716 nm, respectively. Channel 2 uses excitation and detection wavelengths of 630 nm and 708 nm, respectively.

A horgásztó vizének fluoreszcens gerjesztése során az 1. csatornán 64,35, a 2. csatornán 46,35 fluoreszcenciajelet detektáltunk. Ez az érték a vakon mért mennyiségek kétszerese. Mivel az 1. csatornán nagyobb jelet kaptunk, mint a 2. csatornán, feltételezzük, hogy a vízben a kékalgák aránya nagyobb a zöldalgákhöz képest. A horgásztó algafajainak mikroszkópos azonosítása eredményeként azt kaptuk, hogy valóban a kékalgák nagyobb dominanciája van jelen. A zöldalga (Chlorophyta) sejtkoncentrációja 5245 sejt ml^{-1} , a kékalga (Cyanophyta) sejtkoncentrációja pedig 137 444 sejt ml^{-1} volt. A kapott értékekkel a meghatározott algafajok térfogata alapján a vonatkozó biomasszaértéket kiszámítva azt kaptuk, hogy a Chlorophyta biomasszája 862 mg m^{-3} , a Cyanophyta biomasszája pedig 8428 mg m^{-3} volt.

Összefoglalás

Arra a következtetésre jutottunk, hogy a modul jelenlegi prototípusa jó minőségű eredményeket ad, amelyeket az algabiomassza mennyiségi meghatározására használt más módszerek is igazolnak. Mind a KH határ, mind a MH csökkent a fejlesztési folyamat során, és a jelenlegi prototípus érzékenyek és hatékonyak tekintetében. További fejlesztési terveink tartalmazzák a műszer kalibrálását algacsoportok mennyiségi meghatározására a fotoszintetikus pigmentösszetételük alapján. Célunk, hogy kiterjesszük az alkalmazhatóságot olyan természetes vízmintákra, ahol összetett közösségek vannak jelen.

Kulcsszavak: *Raphidocelis subcapitata*, *Microcystis aeruginosa*, fluorescencia, algacsoportok, klorofill

Köszönetnyilvánítás

Ezt a kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap által a Nemzeti Versenyképességi és Kiválósági Program keretében finanszírozott Aquafluosense, NVKP_16-1-2016 0049 projekt támogatta.

Szakirodalom

- Beutler, M., K. H. Wiltshire, B. Meyer, C. Moldaenke, C. Lüring, M. Meyerhöfer, U.-P. Hansen, & H. Dau, 2002. A fluorometric method for the differentiation of algal populations in vivo and in situ. *Photosynthesis research* Springer 72: 39–53.
- Brock, T. C., 2013. Priorities to improve the ecological risk assessment and management for pesticides in surface water. *Integrated environmental assessment and management* Wiley Online Library 9: e64–e74.
- Kahlert, M., & B. G. McKie, 2014. Comparing new and conventional methods to estimate benthic algal biomass and composition in freshwaters. *Environmental Science: Processes & Impacts* Royal Society of Chemistry 16: 2627–2634.
- Kiefer, D. A., 1973. Fluorescence properties of natural phytoplankton populations. *Marine Biology* Springer 22: 263–269.
- R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria.
- Silva, E., M. A. Daam, & M. J. Cerejeira, 2015. Predicting the aquatic risk of realistic pesticide mixtures to species assemblages in Portuguese river basins. *Journal of Environmental Sciences* Elsevier 31: 12–20.
- Suggett, D. J., O. Prášil, & M. A. Borowitzka, 2010. Chlorophyll a fluorescence in aquatic sciences: methods and applications. Springer.
- Utermöhl, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik: Mit 1 Tabelle und 15 abbildungen im Text und auf 1 Tafel. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Mitteilungen Taylor & Francis 9: 1–38.
- Verro, R., A. Finizio, S. Otto, & M. Vighi, 2009. Predicting pesticide environmental risk in intensive agricultural areas. II: Screening level risk assessment of complex mixtures in surface waters. *Environmental science & technology* ACS Publications 43: 530–537.
- Wetzel, R. G., & G. E. Likens, 2013. Limnological analyses. Springer Science & Business Media.
- Yentsch, C. S., & D. A. Phinney, 1985. Spectral fluorescence: an ataxonomic tool for studying the structure of phytoplankton populations. *Journal of plankton research* Oxford University Press 7: 617–632.
- Yentsch, C. S., & C. M. Yentsch, 1979. Fluorescence spectral signatures: the characterization of phytoplankton populations by the use of excitation and emission spectra. *J. mar. Res* 37: 471–483.

DEVELOPMENT OF A FLUORIMETER FOR AN *IN SITU* CHLOROPHYLL MEASUREMENT

Abstract

In our research we developed an instrument to measure algal density based on the fluorescent property of chlorophyll. Preliminary tests determined the appropriate colour of the sample holder used during excitation and the need for dark adaptation. The fluorescence signal intensities measured by the prototype fluorimeter module were compared with the results of other methods used to estimate algal density (e.g. Bürker chamber cell counting, optical density measurement, chlorophyll-*a* measurement) and the correlation between the methods was determined. The fluorometric results correlated well with the other methods ($R^2 > 0.95$). The measurement and detection limits showed a decreasing trend in the development phases. When tested in natural surface water, higher blue algae cell concentrations were detected with the instrument, which was confirmed by microscopic examination. The work was supported by project NVKP_16-1-2016-0049.

Keywords: *Raphidocelis subcapitata*, *Microcystis aeruginosa*, fluorescence, algae groups, chlorophyll

USING TECHNIQUE OF NEAR-INFRARED SPECTROMETRY FOR SOIL MEASUREMENT

*Malihe MASOUDI^{*1} - Csaba CENTERI¹ - Gergely JAKAB² - Viktória VONA³ - Márton VONA³*

¹Department of Nature Conservation and Landscape Management, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Páter K. u. 1, 2100 Gödöllő, Hungary

²Geographical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Budapest, Hungary

³Csernozjom Ltd. 5065 Nagykörű, Arany János u. 10. Hungary,

*E-mail: Masoudi.Malihe@phd.uni-mate.hu; Masoudim65@gmail.com

Introduction

Soil is an important component of the biosphere which is formed by physical and/or chemical weathering due to the disintegration of parent materials (rock) (White et al. 2013).

The quality of soil is a combination of stable and dynamic soil properties. Soil properties vary even in relatively small spatial scales (Ziadi et al, 2013).

Standardized analytical techniques are used to measure soil properties, which are expensive, time-consuming, and require a professional operator. These procedures depend on a small number of mixed soil samples that represent a large area. Therefore, alternative measurement techniques are necessary to replace laboratory reference methods in order to provide comprehensive knowledge about soils at a low cost, with acceptable reliability, and in a timely manner. (Mouazen et al, 2007). Near-infrared (NIR) spectroscopy is one of the valuable technologies that have a lot of potential in meeting these needs.

NIRS is a non-destructive analytical method for characterization and quantification of chemical and physical properties of materials that is fast and easy to use. This method is commonly used as a quality control instrument in the agriculture and food industries (Williams and Norris, 1987).

The advantage of NIRS over mid-infrared spectroscopy, which can also be used for the rapid multi-component analysis of materials, is that NIRS is generally less expensive and is both portable and rugged enough to be used in a factory or in an agricultural field (Chang et al, 2005). In this study, we used NIR infrared technology for estimating soil properties (including pH (KCl), organic carbon (%), total N (%), total P (g/kg), exchangeable K (mmol/kg), Clay (%), and cation exchange capacity (CEC)) in 2 different conditions of air-dried and moisturized soil. The objective is to find whether moisture affects NIR spectroscopy measurement or not.

Material and Methods

Location of the study

The study site is a small forest located at the Józsefmajor experimental and training Farm (JETF) of Szent István University ($47^{\circ} 41' 30.6''$ latitude N, $-19^{\circ} 36' 46.1''$ longitude E; 110m above sea level). This strip is covered with perennials and bushes

Every Drop Counts

whereas the predominant tree species of the strip is Robinia pseudoacacia (Black Locust). The area is flat (Elevation: 110 m above sea). Figure 1 shows the location of the study

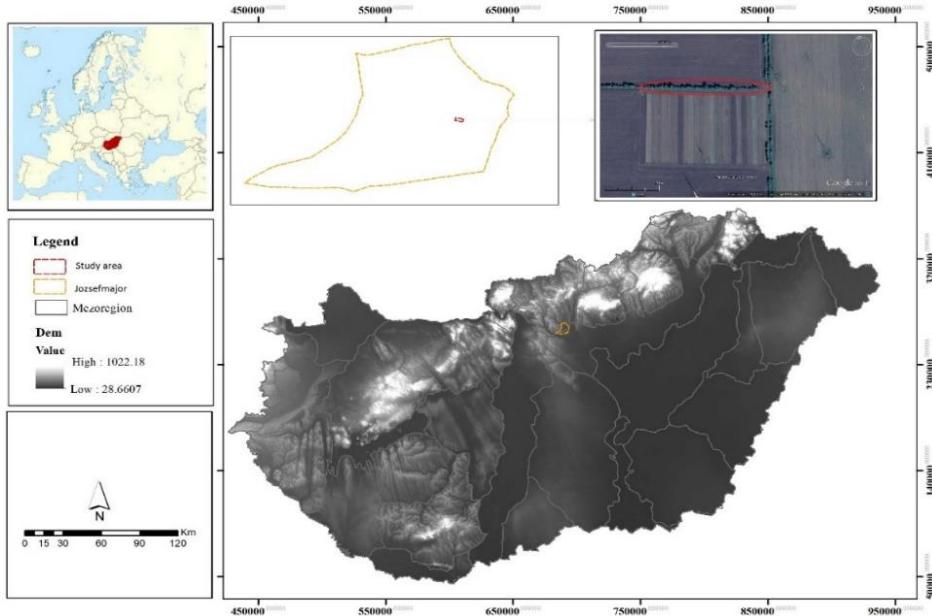


Fig 1. Location of the study area

Sampling and measurement

The sampling was performed in 24 plots with a size of 6m×13m and a soil depth of 0-10 cm. For this purpose, 3 points were selected randomly under or near the trees on each plot, the 3 soil cores per plot were combined into a mixed sample so that finally 24 soil samples were available for the whole area, the roots were picked out of the soil by hand.

We used the Near-infrared spectrometry (Wavelength Range: 1300-2600 nm MEMS (micro-electromechanical systems) technology) to measure soil properties with an agro-care scanner device. Near-Infrared spectroscopy is a robust method that requires little soil preparation (e.g removing roots and stones) (Sharififar et al, 2019). After drying the soil in the air and grinding the large portion into small particles, parameters such as (OC (%), total N (g/kg), total P (g/kg), cation exchange capacity (CEC), exchangeable K (mmol/kg), clay content (%), pH (KCl) were measured (figure 2). After that, distilled water was applied to the soil samples to determine the impact of water or moisture on measurement using this method (about 10% of the weight of each soil sample).



Figure 2. The Soil Cares soil scanner and its use for soil measurement

Data Analysis

A variable analysis illustrates the important features of the measured soil parameters (Table 1). T-test, W test, and F test also were applied to compare the two categories (wet and air-dried soil).

parameters	Min		Max		Average		Standard deviation		Median	
	Dt ¹	D ²	Dt	D	Dt	D	Dt	D	Dt	D
pH (KCl)	5.6	4.8	6.8	6.5	6.10	5.84	0.31	0.44	6	5.75
Organic Carbon (%)	4.5	3.8	8	8.5	5.96	5.75	0.72	1.36	5.85	5.6
Humus (%)	7.74	6.53	13.76	14.62	10.25	9.9	1.25	2.34	10	9.6
Total N (g/kg)	2.5	2.2	4	4.2	3.27	3.1	0.33	0.56	3.2	3.2
C/N proportion	1.63	1.58	2	2.297	1.82	1.84	0.10	0.17	1.79	1.7
Total P (g/kg)	0.7	0.7	0.8	1	0.75	0.83	0.05	0.08	0.7	0.8
Exchangeable K (mmol/kg)	5.3	4.6	9.4	10.1	7.02	7.5	0.84	1.2	7.05	7.7
Clay (%)	14.7	12.2	25.6	26.6	20.61	18.8	2.92	3.54	20.3	19
CEC (mmol/kg)	207.9	155.3	304.8	270.6	243.91	214.4 ₇	28.09	36.8	240.55	223. ₅₅

Table1- Descriptive statistics of the estimated soil parameters

Results

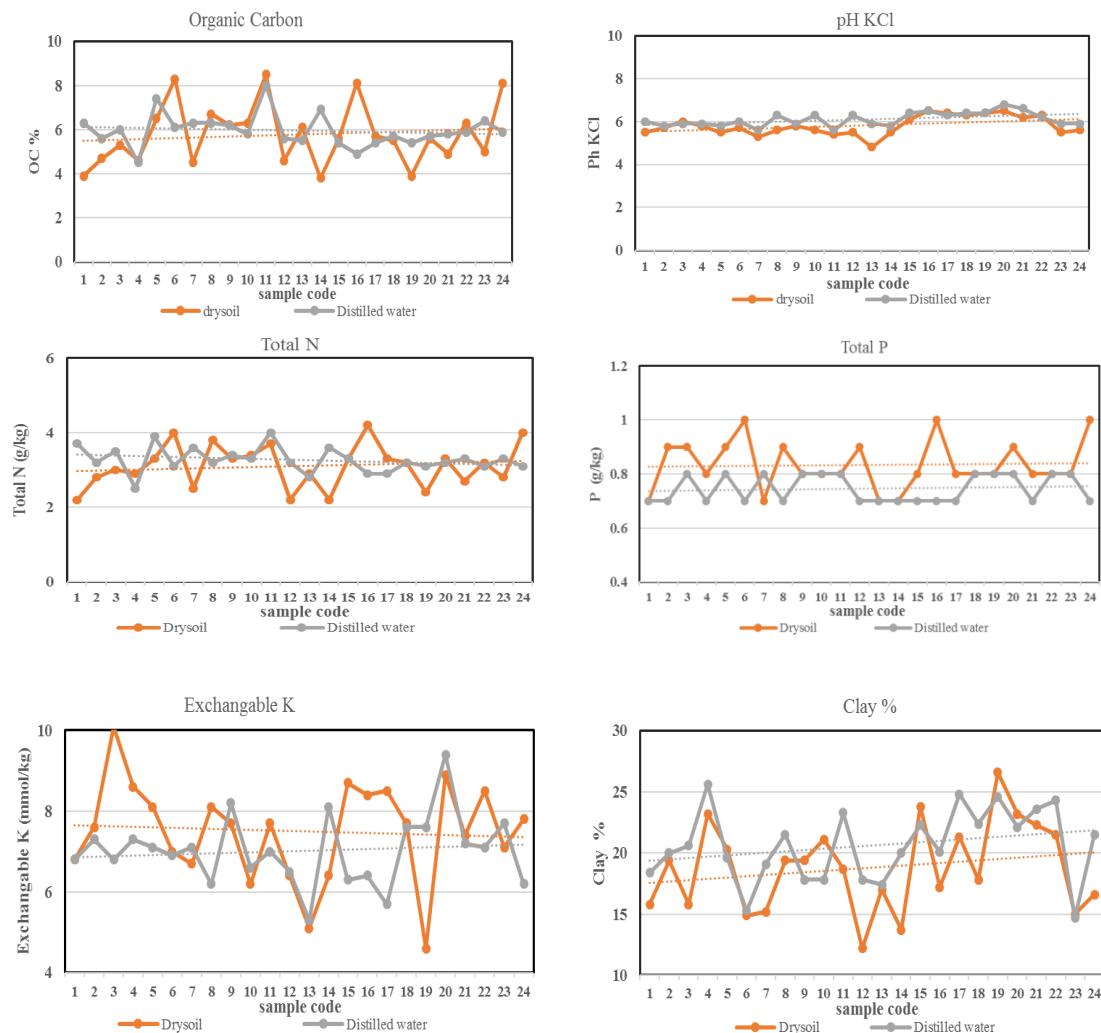
Figure 2 shows the trend of different soil properties' values for both air-dried and moisturized soil samples. Also, table 3 presents the results of, t-test, F-test, and Mann-

1 -soil samples which moisturized with distilled water

2 -Dry soil samples

Every Drop Counts

Whitney (Wilcoxon) test which summarize the differences between these two categories to find the effect of moisture on NIR spectroscopy.



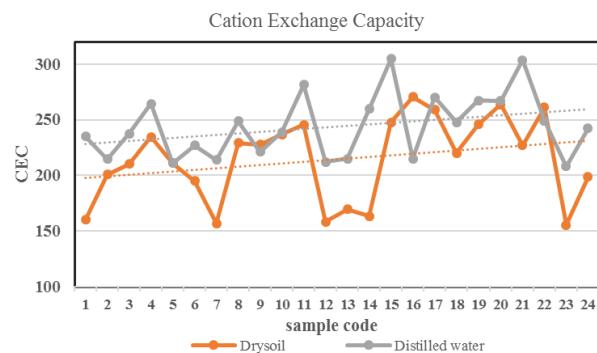


Figure 3. Measured soil properties trend in air-dried and moisturized soil

Comparison	T-test to (compare means)		F-test to (Compare Standard Deviations)	W-test (Compare Median)
	P-value	P-value	P-value	P-value
OC_Dry soil & OC_wet soil	0.581948		**	0.374645
pH_Dry soil & pH wet soil	*		0.133193	*
N_Dry soil & N_wet soil	0.253113		*	0.350679
P_Dry soil & P_wet soil	***		**	***
K_Dry soil & K_wet soil	0.11914		0.0926061	*
Clay_Dry soil & Clay_wet soil	0.0662208		0.360526	0.0618742
CEC_Dry soil & CEC_wet soil	**		0.199013	*

Table 2. Significance test for different measurements

Main findings

According to the results, applying moisture to soil can affect the result significantly. As table 2 shows pH, P content, and CEC show differences comparing their means and median based on T-test and W-test. Also, organic matter, total N and P shows difference based on standard deviation. This result reveals the impact of moisture on NIR spectroscopy measurement (using the agro scanner) for soil properties except for clay and K contents. These results suggest that the necessity of analyzing field moist soils is an important impediment to the deployment of commercial NIRS soil analysis technology and should be considered during soil properties measurement.

Acknowledgments

Supported by the Stipendium Hungaricum Scholarship (Tempus Public Foundation).

Literature

- Chang C. W. Laird D. A. Hurburgh Jr, C. R: 2005. Influence of soil moisture on near-infrared reflectance spectroscopic measurement of soil properties. *Soil Science*. 170.4: 244-255.
- Mouazen A. M. Maleki M. R. De Baerdemaeker J. Ramon, H: 2007: On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. *Soil and Tillage Research*. 93.1: 13-27.
- Sharififar A. Singh K. Jones E. Ginting F. I. Minasny B: 2019. Evaluating a low-cost portable NIR spectrometer for the prediction of soil organic and total carbon using different calibration models. *Soil Use and Management*. 35.4. 607–616.
- White R. E: 2013. Principles and practice of soil science: the soil as a natural resource. John Wiley & Sons.
- Ziadi N. Whalen J. K. Messiga A. J. Morel, C. 2013: Assessment and modeling of soil available phosphorus in sustainable cropping systems. In *Advances in Agronomy*. Academic Press 122: 85–126.

Using technique of Near-Infrared spectrometry for soil measurement

Abstract

Soil spectroscopy is quick and easy to use, less costly, non-destructive, and requires less sample on occasion, intensified with the use of other techniques, such as multivariate statistics and geostatistics, and also very reproducible. Because of these advantages, infrared spectroscopy is becoming an accepted and powerful tool of soil properties quantification. In this study, using a mobile agro-scanner, we tested a Near-Infrared Spectrometer (Wavelength Range: 1300-2600nm MEMS (micro-electromechanical systems) technology) to measure soil properties in two distinct conditions: wet soil and air-dried soil. Soil samples were collected from a small area located in Józsefmajor. Soil properties including pH (KCl), organic carbon (%), total N (%), total P (g/kg), exchangeable K (mmol/kg), Clay (%), and cation exchange capacity (CEC) were measured. T-test, W test, and F test were applied to compare the two categories (wet and air-dried soil). Comparing means and medians revealed that, three soil chemical properties such as pH, total P, and CEC had a significant difference. Comparing standard deviations (F test) indicated a significant difference for organic carbon, total N, total P between the two groups of soil samples.

Keywords: soil properties, spectroscopy, differences, air-dried

A VÍZ-ÉS TÁPANYAGELLÁTÁS HATÁSA A MAGRÓL VETETT VÖRÖSHAGYMA MINŐSÉGÉRE

SZALÓKINÉ ZIMA Ildikó

MATE KÖTI, Öntözési és Meliorációs Tanszék

5540 Szarvas, Szabadság u. 1-3,

e-mail: szalokine.zima.ildiko.zsuzsanna@uni-mate.hu

Bevezetés

A növények minőségét sokféle értékmérő tulajdonság (külső megjelenés, beltartalom, eltarthatóság, stb.) együttesen határozza meg. Az egyes minőségi jellemzők fontossága növényfajonként, a felhasználás céljától és módjától függően változik.

A vöröshagymánál fontos értékmérő jellemző a hagymák mérete. A szárazanyagtartalom elsősorban az ipari feldolgozásra kerülő hagymánál jelentkezik minőségi követelményként.

A cikkben a magról vetett vöröshagyma méret szerinti megoszlását, szárazanyagtartalmát, C-vitamin- és nitrát tartalmát mutatom be különböző víz- és tápanyagellátási kezelések hatására.

Irodalmi áttekintés

A vízellátás termés minőségre gyakorolt hatását többen vizsgálták. *Cselőtei (1985)* és *Varga (1988)* megállapították, hogy a vízpótlás kedvezően hat a termés mennyiségere, méretére és a piaci értékére, de a szárazanyag-tartalmat csökkenti, amely némely növényfajnál hátrányos.

Kincses et al. (2017) kísérleti eredményei szerint a magasabb vízellátottság csökkentette a vöröshagyma szárazanyag-tartalmát. *Abdelkhalik et al. (2019)* megfigyelései szerint a növény vízigényéhez viszonyított 50 %-os vízpótlás erősen csökkentette a hagymák tömegét, de viszont növelte a szárazanyag-tartalmat. A hagymaméréteket tekintve, azokban a kezelésekben, amelyek nagyobb vízadagot kaptak, a nagy méretű hagymák aránya nőtt (*Santa Olalla et al. 2004*). A műtrágyázás hatását vizsgálva a vöröshagyma minőségére, a növekvő nitrogén adag növelte a piacképes hagymák arányát, a hagyma tömegét és a szárazanyag-tartalmát is (*Al-Fraihat, 2009*).

Anyag és módszer

A kísérletet Szarvason a Halászati és Öntözési Kutatóintézet Liziméteres Kísérleti Telepén állítottuk be 2001-ben, agyagos vályog fizikai féleségű talajon, amely foszforral és káliummal igen jól, nitrogénnel közepesen ellátott. A magról vetett vöröshagyma fajta Sonesta volt, amely vízigényes, hosszú tenyészidejű, bőtermő fajta. A hagymát március 30-31.-én vetettük 25 x 3 cm sor- és tőtávolsággal. A kelés április 15 és 23.-a között történt. Az elővetemény csemegekukorica volt. Az 1. táblázatban a vizsgált év csapadékvizszonyait mutatom be.

1. táblázat. A téli félév és a tenyészdíszak havi csapadék összegei (mm). Szarvas

év	téli félév (1)	hónapok (2)							éves (3)
		04	05	06	07	08	09	04 - 09	
2001	174	49	19	138	80	46	114	447	621

Table 1. Precipitation amounts for the winter semester and the growing season (mm). Szarvas
(1)winter season, (2) month, (3) annual

A két-tényezős kísérlet 4 víz- és 4 tápanyagellátási fokozat 16 kezeléskombinációval, 4 ismétléssel volt beállítva 30 éve folyó tartamkísérlet egyik blokkjában 32 m²-es parcellákon és a liziméterekben, split-split elrendezéssel.

A fő tényező a vízellátás a következő szintekkel: a₁: öntözeten *kontroll*; a₂: az öntözővíz igény 1/3 -ával öntözött; a₃: az öntözővíz igény 2/3-ával öntözött; a₄: a növények igénye szerint öntözött. Az optimálisan öntözött kezelésben a talaj nedvességtartalmát a diszponibilis vízkapacitás 50-100 % között tartottuk a talaj felső 10-30 cm-es rétegében. Az öntözővizet csepegtető módszerrel adagoltuk ki 10-30 mm-es dózisokban. A tenyészdíszakban kiadt öntözővíz a kezelésekben: a₁:0; a₂:50; a₃: 100; a₄:150 mm (*2. táblázat*).

2. táblázat. Az öntözés dózisai (mm) és időpontjai. Szarvas, 2001.

kezelés (1)	május 22.	május 23.	június 1.	július 11.	július 17.	augusztus 8.	összesen (2)
a1	0	0	0	0	0	0	0
a2	10	10	0	10	10	10	50
a3	10	10	20	20	20	20	100
a4	15	15	30	30	30	30	150

Table 2. Doses (mm) and dates of irrigation. Szarvas, 2001
(1)treatment, (2) total

A vízellátási fokozaton belül a *tápanyag-ellátási szintek*: b₁, b₂, b₃, b₄ = 50; 100; 150; 200 kg/ha N-hatóanyag.

Az "a" és a "b" tényező jelölése két számjegyű számmal történik a táblázatokban és az ábrákon. Az első számjegy a vízellátási, a második a műtrágyázási szintet jelöli. Pl. a 11-es szám = a1b1 kezelést jelenti).

Eredmények és értékelésük

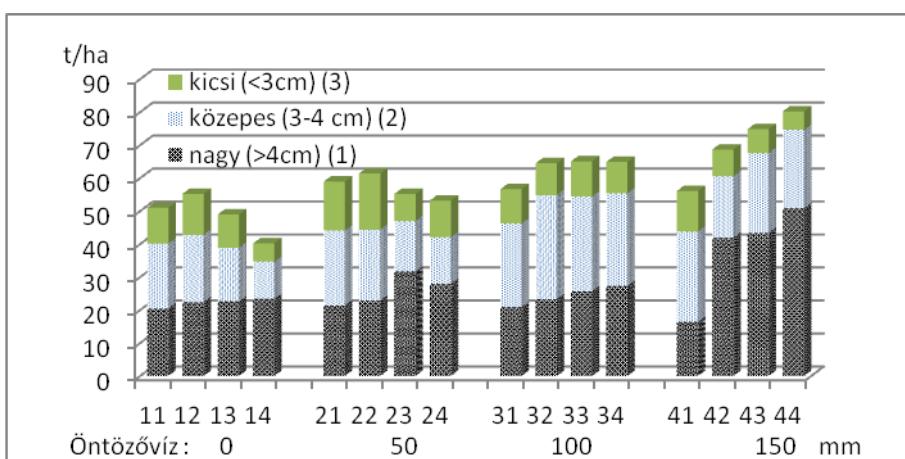
A 2001-es év tavaszán - bár a tél folyamán kevés csapadék esett - a talaj nedvességtartalma vetéskor a liziméterekben közel vízkapacitásig telített állapotban volt, azaz a 80 cm-es talajréteg összesen 280-310 mm közötti vízmennyiséget tartalmazott. Az április első felében lehullott közel 50 mm csapadék hatására a hagyma korán és egyenletesen kikelt. Ezt követően azonban június 4.-éig csak 20 mm csapadék esett, e miatt a hagymát háromszor kellett öntözni. Az addig kiadott vízmennyiség kezelésenként összesen 20, 40, 60 mm. A júniusi csapadékmennyiség a hagyma vízigényét jóval meghaladta, jelentős szivárgó víz is keletkezett. Július 10.-e után azonban újra szükségessé vált az öntözés. Július utolsó dekádjában lehullott 50 mm

csapadék egy ideig feleslegessé tette az öntözést. Az utolsó öntözést augusztus 8.-án végeztük, kezelésenként további 10, 20, 30 mm vízmennyiséget adtunk ki. Összességében a kiadott öntözővíz-mennyiség 50, 100 és 150 mm. A csapadék összege a betakarításig 447 mm volt. A vöröshagyma betakarítása, a szeptemberi túl sok csapadék miatt októberre tolódott ki.

A víz- és tápanyagellátás hatása a vöröshagyma termésátlagára és méret szerinti megoszlására

A hagyma termésátlaga a nem öntözött kezelésekben is viszonylag magas (40-55 t/ha, átlagosan 49 t/ha). Az öntözésnek azonban mégis jelentős hatása volt, mert a májusi-június eleje közötti száraz időszakban elősegítette a hagyma fejlődésének megindulását. A műtrágya hatása a vízellátástól függően változott. Öntözés nélkül a 150-200 kg/ha N hatóanyag erősen depresszív (-2 - -10,8 t/ha), ugyanakkor az a₄-es kezelésekben a műtrágyahatás eléri a 19-24 t/ha termésnövekedést. A 43 és 44 –es kezelésben 75- ill. 80 t/ha volt a termésátlag.

A hagyma méret szerinti megoszlását tekintve a közepes méretű hagymák száma viszonylag magas, vízellátási kezelésenként átlagosan 32 - 45 % között változott (1. ábra). Ez a jó kelésből adódó magas töszámnak (át1ag 130 db/m²) tulajdonítható. Ebbe a méretcsoportba (3-4 cm Ø) tartozó hagymák átlagos tömege 47 g, ami jelzi, hogy ez még étkezési cérra értékesíthető. A nagy méretű (> 4 cm átmérőjű) hagymák átlagos darabszáma vízellátási kezelésenként 13, 23, 33, 43 db/m², a közepes méretűek 22, 24, 26, 38 db/m², az apró hagymáké pedig 50 és 90 db/m² között változott. A hagymák átlagos tömege méretcsoportonként a következő: 97, 47, 15 g/db.



1.ábra. A vöröshagyma termésének méret szerinti megoszlása, Szarvas, 2001.

1. Figure 1. Distribution of onion bulb yield by size, Szarvas, 2001.

(1) small, (2)medium, (3) large

Az 50- 100- 150 mm vízpótló öntözési fokozatok termésnövelő hatása a tápanyag pótlás mértékétől függően változott. A növekvő vízellátási fokozatok a tápanyagellátási

kezelések átlagában 49 t/ha-ról 70 t/ha-ra növelték a vöröshagyma termésátlagát. Ezen belül a nagy méretű (4 cm-nél nagyobb átmérőjű) hagymák aránya is emelkedett 45 %-ról 54 %-ra.

A szeptemberi sok csapadék miatt meghosszabbodott tenyészidő viszont a hagyma minőségét hátrányosan befolyásolta, a 114 mm csapadék a hagyma egy részének újra kizöldülését idézte elő, főleg az öntözött kezelésekben.

Víz- és tápanyagellátás hatása a vöröshagyma beltartalmi értékeire

A vöröshagymánál a szárazanyag-tartalom elsősorban csak az ipari feldolgozásra kerülő hagymánál jelentkezik minőségi követelményként. A kísérlet kezelései közül a műtrágya adagok növelése fokozta, a vízellátás pedig mérsékelte a hagyma szárazanyag-tartalmát (3. táblázat).

3. táblázat. A vöröshagyma szárazanyag tartalmának alakulása (%)

N kg/ha	vízellátás (mm) (1)				átlag (2)
	0	50	100	150	
100	9,77	9,18	8,60	8,53	9,02
200	9,18	10,03	9,84	9,09	9,54
300	10,83	10,31	9,80	8,53	9,87
400	12,40	10,17	10,03	8,59	10,30
átlag (2)	10,55	9,92	9,57	8,69	9,68

Table 3. Changes in the soluble solids content of onions (%)

(1) water supply, (2) average

A C-vitamin tartalmat kezelések közül a műtrágyázás jelentősebben-, az öntözés pedig mérsékelten csökkentette (4. táblázat).

4. táblázat. A vöröshagyma C-vitamin tartalma (mg/100 g) a szárazanyag %-ában

N kg/ha	vízellátás (mm)(I)				átlag (2)
	0	53	100	147	
100	18,30	17,95	18,25	18,24	18,18
200	18,05	17,85	17,56	16,95	17,60
300	15,75	14,95	14,75	14,50	14,99
400	14,45	14,60	13,40	13,48	13,98
átlag (2)	16,64	16,34	15,99	15,79	16,19

Table 4. Onion vitamin C content (mg/100 g) in % of dry matter

(1) water supply, (2) average

A hagymák *nitrát tartalmát* a kezelések hasonló irányba módosították, mint a szárazanyag-tartalmat, vagyis a műtrágyázás fokozta, a vízellátás pedig mérsékelte (5. táblázat).

5. táblázat. A vöröshagyma nitrát tartalma (mg/kg) a szárazanyag %-ában kifejezve

<i>N kg/ha</i>	<i>vízellátás (mm)(1)</i>				átlag (2)
	<i>0</i>	<i>53</i>	<i>100</i>	<i>147</i>	
100	86,30	79,30	76,40	75,40	79,35
200	87,40	83,10	81,60	80,10	83,05
300	91,70	97,50	89,80	86,50	91,38
400	95,20	98,20	93,20	92,20	94,70
átlag (2)	90,15	89,53	85,25	83,55	87,12

Table 5. Onion nitrate content (mg/kg) in % of dry matter
(1) water supply, (2) average

Következtetések

A víz- és a tápanyagellátás szabályozásával bizonyos határértékeken belül nemcsak a növények minőségét meghatározó küllemi, de a beltartalmi tulajdonságok is módosíthatók.

A vöröshagyma beltartalmi jellemzői közül a szárazanyag-tartalmat a vízellátás nagyobb mértékben csökkentette, mint amilyen arányban a tápanyagpótlás növelte.

A hagyma C-vitamin tartalma a vízpótlással kismértékben, a tápanyagpótlással jelentősebben csökkent.

A hagyma NO₃ koncentrációja viszont a műtrágya adagok növelésével erősebben fokozódott, mint amilyen arányban a vízpótlással csökkent.

Összefoglalás

A kísérlet Szarvason a HAKI Liziméteres Kísérleti Telepén volt beállítva 2001-ben, tartamkísérletben, agyagos vályog fizikai féleségű talajon. A magról vetett vöröshagyma termését, méret szerinti megoszlását, szárazanyag-tartalmát, továbbá C-vitamin- és nitrát tartalmát vizsgáltam 4 víz- és 4 tápanyagellátási fokozat 16 kezeléskombinációjában

A vizsgált két fő tényező, a víz- és a tápanyagellátás együttesen jelentősen növelte a temesátlagot, ami kizárolag a hagyma méretének növelésében nyilvánult meg.

A vöröshagyma beltartalmi jellemzői közül a szárazanyag-tartalmat a műtrágya adagok növelése fokozta, a vízellátás pedig mérsékelte.

A C-vitamin tartalom a vízpótlással kismértékben-, a tápanyagpótlással jelentősebben csökkent.

A hagyma nitrát-tartalmát a kezelések hasonló irányba módosították, mint a szárazanyag-tartalmat, vagyis a műtrágyázás növelte, a vízellátás pedig mérsékelte.

Kulcsszavak: vízellátás, tápanyagellátás, vöröshagyma, minőség

Köszönetnyilvánítás

A publikáció az EFOP-3.6.1-16-2016-00016 azonosítószámú, SZIE Szarvasi Campusának kutatási és képzési profiljának specializálása intelligens szakosodással: mezőgazdasági vízgazdálkodás, hidrokultúrás növénytermesztés, alternatív szántóföldi növénytermesztés, ehhez kapcsolódó precíziós gépkezelés fejlesztése című projekt keretében jött létre.

Irodalom

- Abdelkhalik, A.,- Pascual-Seva, N.- Nájera, I.- Ángel Domene, M.- Baixauli,C.- Pascual, B.: 2019. Effect of Deficit Irrigation on the Productive Response of Drip-irrigated Onion (*Allium cepa L.*) in Mediterranean Conditions. The Horticulture Journal. 88 (4): 488-498. p.
- Al-Fraihat, A. H.: 2009. Effect of Different Nitrogen and Sulphur Fertilizer Levels on Growth, Yield and Quality of Onion (*Allium cepa*, L.). Jordan Journal of Agricultural Sciences, 5, (2): 155-166.p.
- Cselőtei L.: 1985. Az öntözés és a termésminőség összefüggései a kertészetben. Hajtatás, korai termesztés. 16. évf. 1. sz. 7-11.p.
- Santa Olalla, F.M.- Dominguez-Padilla, A.- Lopez, R.: 2004. Production and quality of the onion crop (*Allium cepa L.*) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semi-arid climate. Agricultural Water Management. 68(1):77-89.p.
- Kincses S.né – Orosz-Tóth M. – Ballán Kovács A.: 2017. A vízellátás hatásának vizsgálata a vöröshagyma (*Allium cepa L.*) termésére homoktalajon. 59. Georgikon Napok, Keszthely, 100. p.
- Varga Gy.:1998. Az eltérő vízellátás hatása a zöldségnövények termésének minőségére. „AGRO-21” Füzetek – Az agrárgazdaság jövőképe, 26.szám, 29-34.p.

Effect of water and nutrient supply on the quality of seed grown onion

Abstractpt

The experiment was set up in Szarvas, in the Lysimeter Experimental Station of the Research Institute for Fisheries and Aquaculture, in 2001. The soil was clay-loam with excellent phosphorus and potassium content, while it had medium nitrogen supply. The two-factor experiment was set up with 4 water and 4 nutrient supply levels with 16 treatment combinations and 4 replicates.

The main factor was water supply with the following levels: a_1 : control group without irrigation; a_2 : irrigated with one third of the total water demand; a_3 : irrigated with two thirds of the total water demand; a_4 : irrigated with the total water demand of the plant. Irrigation water discharged during the growing season was 0, 50, 100, 150 mm per treatment.

Within each water supply level nutrient supply was also determined as follows: b_1 ; b_2 ; b_3 and b_4 were meant 50; 100; 150 and 200 kg/ha N active substance, respectively. The total number of combinations was 16. These were indicated by two-digit numbers where the first digit corresponded water supply level and the second digit showed the level of fertilisation (e.g. 11= a_1b_1).

The bulb yield, distribution of bulb sizes, dry matter content, vitamin C and nitrate content of seed grown yellow onion was studied as a result of various water and nutrient supply treatments.

Together, the water and nutrient supply significantly increased the average yield, which manifested itself in an increase in the size of the onion.

The total soluble solids content was increased by increasing the fertilizer doses and decreased by the water supply.

Vitamin C content decreased slightly with increasing water supplementation and more significantly with nutrient supplementation.

The nitrate content of onions was increased by increasing fertilization and reduced by water supply.

Keywords: water supply, nutrient supply, onion, quality

WATER FOOTPRINT ANALYSIS OF MAIZE AND SUNFLOWER IN THE RÁKOS STREAM WATERSHED FOR THE YEAR OF 2020

*Vinicius DEGANUTTI DE BARROS¹ - Rakotoarivony MINOARIMANANA NY AINA² -
Dana KALDYBAYEV³ - János GRÓSZ⁴ - István WALTNER⁵*

^{1, 2, 3, 4, 5} Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE), Páter K. u. 1. 2100 Gödöllő, Hungary
e-mail: ¹vinicius.deganutti@gmail.com, ²minonyaina@yahoo.fr, ³todabrech@gmail.com, ⁴janos.grosz@uni-mate.hu, ⁵Waltner.Istvan@uni-mate.hu

Introduction

Water is one of the important elements necessary to sustain life and with increasing urbanization and population the demand for it is rising. Maintaining its quality and accessibility is an important goal in today's society as a significant portion of freshwater is under threat of pollution or being mismanaged (EU Water Framework Directive, 2010). Hungary is abundant in freshwater sources, having most of its water bodies located in small watershed areas and usually an excess of the water amount needed for consumption (Barreto et al., 2017).

Globally a trend of increase in consumption and usage of freshwater has been present for more than a century, having population growth, change in diet preferences and a vast usage in the industrial and agricultural fields (Mekonnen & Hoekstra, 2011). Production of crops can be one of the main consumers of water in our society and in accordance to FAO (2011), water consumption in this field will increase due to the projected 50% increase in agricultural production until the year of 2050.

Water footprint is a concept used to indicate the quantity of water used with the production of a certain product, referring to the human appropriation of freshwater resources (Hoekstra & Chapagain, 2007). This concept is being widely used in many fields, as water is one of the most important resources needed in our society (Zhuo et al., 2014).

The analysis was done for the year of 2020 and the Rákos watershed was the chosen area. The main freshwater body of the watershed is the Rákos stream. It is one of the smallest streams located in the central part of Hungary, its source originates from Godollo hills and flow across Isaszeg and Pécel until the north part of the Danube river in Budapest (Heltai et al., 1998). Rákos-stream has a 44 km length and the water catchment is 187 km². Half of the length (22 km long) the river flow through the capital city (Budapest). In the XVIII century the riverbed was controlled to avoid the further flood damage. These construction works still happen nowadays with shorter or longer interruptions. The ecology of the river, thanks for these constructions, isolated from the wider environment (<http://>).

The stream passes through different areas with different land uses (residential, industrial, agricultural, forested and mixed) that can influence water quality conditions, especially due to anthropogenic sources (Saedi et al., 2020)

Even though Hungary has an abundant quantity of available freshwater, a mismanagement of those resources may lead to some shortage problems in the future, and considering that the global trend is a rise in freshwater consumption it is necessary to have tools to analyze, for example, the water footprint of some areas in the country. Knowing that, this paper focuses on analyzing the water footprint of two different crops that are common in Hungary (maize and sunflower) utilizing the aquacrop model ([http2](#)) to obtain the yield and evapotranspiration needed to calculate the water footprint.

AquaCrop is a crop growth model developed by FAO which addresses food security and the effect of the environment and management on crop production, it simulates the yield response of crops to water and is well suited to conditions in which water is a key limiting factor in crop production ([http2](#)). The software that is provided for usage of the model only works for a specific location and for a better understanding of the water footprint of a certain crop in an area a spatial analysis needs to be accessed. For a spatial analysis a script, developed in R, was developed so that it was possible to run the model for an area, rather than just a point.

The results and discussion of this paper will not only focus in the end value for the water footprint, but will focus as well in the usability of the developed script and how well it could be used for future projects.

Literature Review

The water footprint methodology is acknowledged to be a strong tool that contributes to sustainable water management. The water footprint of a product is defined as the total volume of freshwater used through the whole supply chain of a product and similarly the water footprint of an area is the total amount of consumed water within the region (Hoekstra et al. 2011).

There are three different classifications for water footprint, blue water footprint which considers the volume of surface and groundwater consumed due to evaporation as a result of the production of different goods; green water footprint which refers to the volume of rainwater consumed; grey water footprint refers to the freshwater volume which is necessary to assimilate a quantity of pollutants, based on environmental standards (Mekonnen & Hoekstra, 2011).

Aquacrop model can be used as a tool to manage rainfed and irrigated crops and is really useful for obtaining: actual yields of the crops in the field; identifying constraints to crop production and water productivity; analyzing useful scenarios for a better water management of the field and others (Greaves and Wang, 2016).

Using AquaCrop for water footprint calculation has become widely common. Some studies have focused their water footprint assessment on the AquaCrop program. Some examples can be seen on the simulation of water footprint of woodies in China (Poppe,

2016), another study focused on irrigation technologies for Cotton water footprint utilizing AquaCrop and Cropwat (Zoidou et al., 2017).

Methods

Aquacrop model can run under different scenarios, the one that was used for this analysis was that the crops were only rainfed, so no irrigation was used. No specific conditions for groundwater and management methods were used as well, so the model ran utilizing its standard values for that. The crop characteristics were available in the download package of the model.

The necessary inputs for this analysis were weather data (reference evapotranspiration, precipitation, minimum and maximum temperature) and soil profile characteristics (field capacity, soil texture, wilting point, soil water content at saturation and saturated hydraulic conductivity). The soil inputs were all rasters and preprocessed utilizing the QGis software and the weather ones were obtained from a meteorological station close to Budapest. For this analysis just the less urbanized area of the Rákos catchment was used (Figure 1).

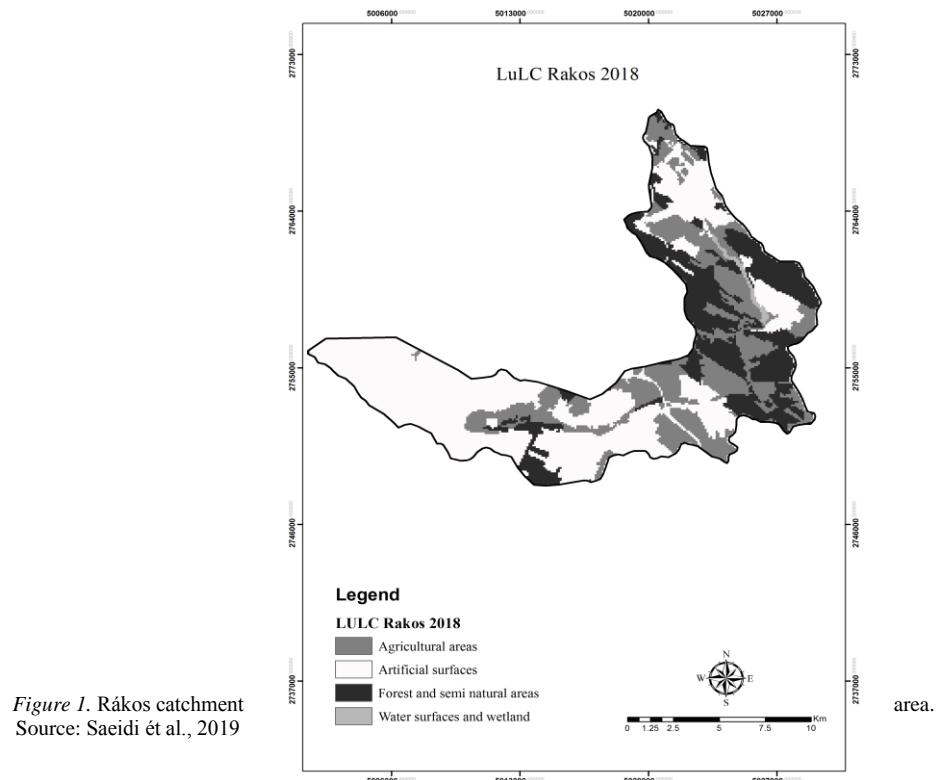


Figure 1. Rákos catchment
Source: Saeidi et al., 2019

Every Drop Counts

The script works in a way that it is only required to input some basic information about the analysis and usual inputs that the Aquacrop model asks for. In the end the results are presented in a raster format.

Results

The main goal of this analysis was to test the R script used in the analysis, access its effectiveness and check in the end the water footprint value for both of the crops.

As it is visible in Figure 2, the spatial variation is apparent, showing that the script has worked and utilized the Aquacrop model for a spatial analysis. But when looking at Figure 3 only a small variation can be seen throughout the area and this is due to the fact that one weather source was considered for the whole region and the model ran just utilizing the water input from the rain.

This small variation was true for the evapotranspiration and yield results, as both have a bigger dependency in the weather parameters and not a lot in the soil ones, but for water drainage (figure 1) it can be seen that the different soils of the region had a big influence in it.

As for the water footprint of the crops, their results are 17.6 cm/ton/ha for maize and 55.1 cm/ton/ha for sunflower, which maize got results more similar to the ones in the literature (Mekonnen & Hoekstra, 2011).

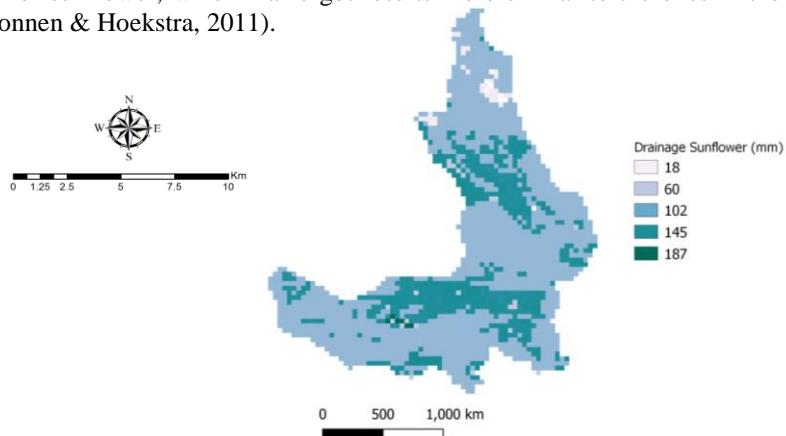


Figure 2. Water drainage for Sunflower



Figure 3. Water drainage for Sunflower

Discussion

According to the results it is possible to determine that the script could utilize the Aquacrop model and run it in a spatial manner, which could be visible in Figure 1. That shows that this script could be used even at its initial stage and with better improvements it could later on be released for public usage, as it gives a new and not complicated manner to use the Aquacrop model. For the water footprint analysis as just one source of precipitation data was taken in consideration for the whole area, its value could be improved, but even though the values shown are close to the ones seen in literature. The water footprint analyzed in this paper was the blue one, as only rain was considered in this analysis.

Conclusion

When checking the results that were given from the usage of the created R script for the Aquacrop model, it can be seen that a spatial analysis while utilizing this model can have a higher impact, than just a point to point analysis, in which the software provided by FAO does. With a better improvement and refining of the script, later it could be released for public usage, giving a new approach to scientists who would want to use the Aquacrop model.

As for the water footprint results, their values are similar to the ones seen in the literature, but a deeper analysis utilizing not a singular rain source and implementing irrigation would be recommended, so a more realistic value of water footprint could be found.

Acknowledgments

This research was part of the Project no. FK 124803 which has been implemented with the support provided from the National Research, Development and Innovation Fund of Hungary, financed under the FK_17 funding scheme. Authors were also supported by the Stipendium Hungaricum Programme and by the Environmental Sciences Doctoral School of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő (Hungary).

References

- Barreto, S., Bártfai, B., Engloner, A., Liptay, Á.Z., Madarász, T., Vargha, M. (2017). Water in Hungary. Centre for Ecology, Hungarian Academy of Sciences, Budapest Retrieved 31 March 2020, from https://mta.hu/data/dokumentumok/Viztudomanyi%20Program/Water_in_Hungary_2017_07_20.pdf
- EU Water Framework Directive. (2010). Retrieved 10 March 2020, from <http://jncc.defra.gov.uk/page-1375>
- FAO. The Future of Food and Agriculture-Trends and Challenges; Food and Agriculture Organization: Rome, Italy, 2017.ess-15- 1577-2011
- Greaves, G.E., Wang, Y-M. (2016): Assessment of FAO AquaCrop Model for Simulating Maize Growth and Productivity under Deficit Irrigation in a Tropical Environment, Water 2016(8): 557.
- Heltai, G., Fekete, I., Gémesi, Z., Percsich, K., Flórián, K., & Tarr, Z. (1998). Environmental Evaluation of a Local Lake Chain Affected by Wastewater by Means of Spectrochemical Analytical Methods. Microchemical Journal, 59(1), 125-135. doi: 10.1006/mchj.1998.1574
- Hoekstra, A. Y. and Chapagain, A. K.: Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern, Water Resour. Manag., 21(1), 35–48, 2007.

Every Drop Counts

- Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM (2011) The water footprint assessment manual
http1: <http://www.geocaching.hu/poi.geo?id=3051>, 2019. 08. 20.
http2: <http://www.fao.org/aquacrop/overview/whatisaquacrop/en/>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577–1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>
- Poppe, M. (2016): Simulating the water footprint of woodies in Aquacrop and Apex. Master Thesis University of Twente. Water Engineering and Management. 102p.
- Saeidi, S., Grósz, J., Sebők, A., Barros, V., Waltner, I. (2020). A területhasználat változása a Rákospatak vízgyűjtőjén 1990-től. Journal of Landscape Ecology. 17. 287-296.
- Zhuo, L., Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2014). Sensitivity and uncertainty in crop water footprint accounting: a case study for the Yellow River basin. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(6), 2219–2234. <https://doi.org/10.5194/hess-18-2219-2014>
- Zouidou, M., Tsakmakis, I.D., Gikas, G.D., Sylaios, G. (2017): Water Footprint for cotton irrigation scenarios utilizing CROPWAT and AquaCrop models, European Water 2017 (59): 285-290.

Water footprint analysis of maize and sunflower in the Rákos stream watershed for the year of 2020

Crop production can be one of the main consumers of water, especially in areas that have a shortage of freshwater resources. Even though Hungary has an abundant supply of freshwater resources, with most of the country having an excess amount of surface and groundwater sources, most of them are prone to pollution or can be mismanaged which may lead to an over usage. The aim of this paper is to analyze the water footprint of two different crops, maize and sunflower, in the Rákos stream watershed area.

This analysis was done by utilizing the AquaCrop model as a tool to determine the necessary information that is needed to calculate the water footprint (evapotranspiration and crop yield). A secondary aim of this study is to compare the water footprint of the two selected crops to a grassland, checking the difference of their water needs. The analysis was done for the year of 2020, which gives a more recent view of the current situation in the Rákos watershed, regarding its water footprint.

Key words: Crop yield, Water footprint, Rákos Watershed

CONFERENCE CALL

On behalf of **MATE Hungarian University of Agricultural and Life Sciences** You are cordially invited to the

IV. th International Conference on Water Sciences entitled

EVERY DROP COUNTS

Date: March 26 (Friday), 2021

Venue: MATE Hungarian University of Agricultural and Life Sciences,
Institute of Environmental Management

Address: 5540 SZARVAS, Szabadság u. 1-3. HUNGARY.

The Conference is organized in the framework of Project **EFOP-3.6.1-16-2016-0016** focusing on training and research profiles with intelligent specializations on the Szarvas Campus of St Istvan University involving agricultural water management, hydroponic plant systems, alternative crop production related to improving precision machinery in agriculture.

The Conference aims at discussions of the problems of water management by expertise in the processes, problems and improvement of agricultural water management and working out solutions for the future in the framework of a scientific forum.

The event wishes to build up a bridge between the participants of the scientific world and field work by giving opportunity for entrepreneurs and scientific representatives for mutual considerations of mapping actions to solve arisen problems effectively.

Participants may take part in professional, scientific sections.

The Conference is financed by Project **EFOP-3.6.1-16-2016-0016**; Participants are kindly requested to register and following registration participation is free.

The official languages of the Conference are **Hungarian** and **English**.

Sections planned:

- Agricultural water management: past, present and future
- Hydroponic plant growing
- Field irrigation and precision machine operation

•Foreign Language Section

Registration and Application at:

<https://uni-mate.hu/hu/minden-csepp-szamit-iv-viztudomanyi-nemzetkozi-konferencia-regisztracio>

Registration and Application information:

Csengeri Erzsébet (csengeri.erzsebet@uni-mate.hu, +36-30/459-7836)

Dr. habil. Jakab Gusztáv (jakab.gusztav@uni-mate.hu, +36-30/416-26-65)

Conference Papers and Publications:

Conference papers to-be-exhibited are to be proofread and published in Hungarian or in English in ISBN volumes. Documents to be published are expected to meet strict deadlines:

Conference materials to be published should reach editors until: **April 20, 2021**

Documents are to be sent by email to: csengeri.erzsebet@uni-mate.hu.

Missed deadlines can not be considered due to technical reasons.

Section talks may last 15 minutes including follow up discussions.

- Formal requirements for Abstracts of Talks: Maximum 1200 characters.
- Formal requirements for publications: Maximum 6 pages including Summary, Tables, Charts according to downloadable pattern – detailed formal requirements are to be downloaded from our webpage:

Participants are asked to present maximum 2 talks/lectures / participant or 1 talk/lecture and 1 poster/ participant.

Important Deadlines:

Application Deadline (on-line registration): **March 22, 2021**

Submitting papers for publication: **April 20, 2021**

Organizational Committee:

Chairperson of Organizational Committee:

Dr. habil. Jakab Gusztáv PhD

Dr. Waltner István PhD

Members of Organizational Committee:

Dr. Bozan Csaba

Dr. Skutai Julianna PhD

Dr. Bartfai Zoltán PhD

Dr. Futo Zoltán PhD

Secretary of Conference

Csengeri Erzsébet (csengeri.erzsebet@uni-mate.hu)

Participants are Welcome to the Conference!

PROGRAM:

08:30 - 08:40	KÖSZÖNTŐ – Dr. Csákiné Micheli Erika
08:40 – 08:50	KÖSZÖNTŐ –Bozán Csaba EFOP 3.6.1-16-2016-00016 projekt szakmai vezetője
PLENÁRIS ELŐADÁSOK	
09:00 – 09:30	Csákiné Dr. Micheli Erika MATE Környezettudományi Intézet, intézetigazgató A talajok szerepe a nedvesség gazdálkodásban Function of soils in the moisture cycle
09:30 - 10:00	Dr. Nagy Zsuzsa DHI Hungary Kft., ügyvezető Magyarországi vízgazdálkodás információtechnológiai lehetőségei Possibilities of water management information technology in Hungary
10:00 - 10:30	Dr. habil. Vekerdy Zoltán MATE, Környezettudományi Intézet tudományos tanácsadó Can we count the drops from above? Meg tudjuk a cseppekkel felülről számolni?
10:30 – 11:00	Dr. Bozó László MATE Környezettudományi Intézet, A víz légköri körforgalma Atmospheric Water Cycle
11:00 – 11:30	Dr. Takács Sándor MATE Kertészettudományi Intézet Tudományos Munkatárs Víztakarékos öntözési technológiák kísérleti eredményei ipari paradicsomban Evaluation of water-saving technologies in processing tomato

Minden Csepp Számít IV. Víztudományi Nemzetközi Konferencia
Szekció előadások
Szekciók elnöke: Dr. habil. Jakab Gusztáv

Sorrend:	Időpont:	Előadások sorrendje:
1.	13:00- 13:10	Bodnár Károly – Bodnárné Skobrák Erika Brojler csirkék ízvóvízellátása (Review)
2.	13:15- 13:25	Deganutti de Barros Vinicius - Kaldybayeva Dana - Grósz János - Waltner István Water footprint analysis of maize and sunflower in the Rákos stream watershed for the year of 2020
3.	13:30- 13:40	Futó Zoltán – Kepenyes Andrásné – Futó Szilvia – Bencze Gábor A szemes cirok (<i>Sorghum bicolor (L.) Moench</i>) fenológiai paramétereinek változása szárazságstressz esetén
4.	13:45- 13:55	Borbála Gémes – Eszter Takács – Alexei Nabok – Mária Mörtl - András Székács Development of an Immunofluorescence Assay Module for Determination of several agricultural pollutants in water
5.	14:00- 14:10	Jancsó Mihály Az őszi búza evapotranspirációjának meghatározása nagyméretű súlyliziméterben
6.	14:15- 14:25	Kerezsi György A belvizek táp- és szennyezőanyag terhelésének vízminőségi vizsgálata a Szarvas környéki mezőgazdasági táblákon
7.	14:30- 14:40	Dr. Kun Ágnes Fitoextrakció takarmányrépa termesztéssel és öntözéssel
8.	14:55- 15:05	Lázár Diána – Takács Eszter – Klátyik Szandra – Lenk Sándor – Barócsi Attila – Kocsányi László – Adányi Nóra –Székács András Fluoriméter fejlesztése klorofil in situ mérésére
9.	15:10- 15:20	Malihe Masoudi - Csaba Centeri - Gergely Jakab Using technique of Near-Infrared spectrometry for soil measurement
10.	15:25- 15:35	Terbe Tibor Növénymonitoring adatok összefüggései a MATE Galambosi üvegházában

