

**Közeli infravörös spektroszkópia az
élelmiszeripari minőségbiztosítás szolgálatában:
új lehetőségek és új eredmények**

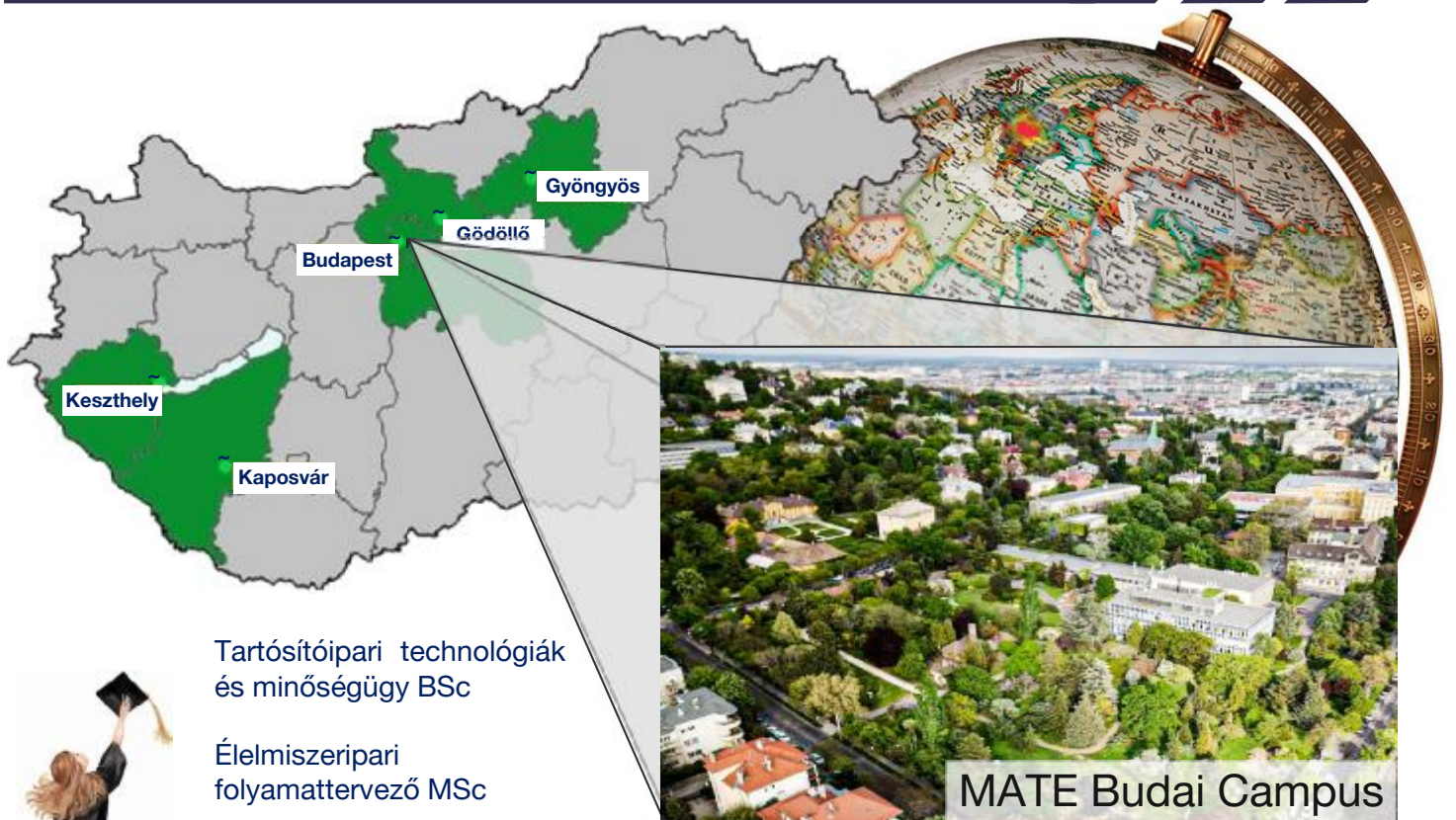
**Vitális Flóra, Lukács Mátyás, Aguinaga Bósquez Juan
Pablo, Bázár György, Gillay Zoltán, Kovács Zoltán**



NIR Klub

Budapest, 2025. április 15.

Bemutkozás



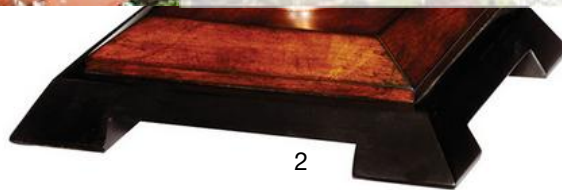
Tartósítóiipari technológiák és minőségügy BSc

Élelmiszeripari folyamattervező MSc

Tudománystratégiai elemző Kutatási munkatárs



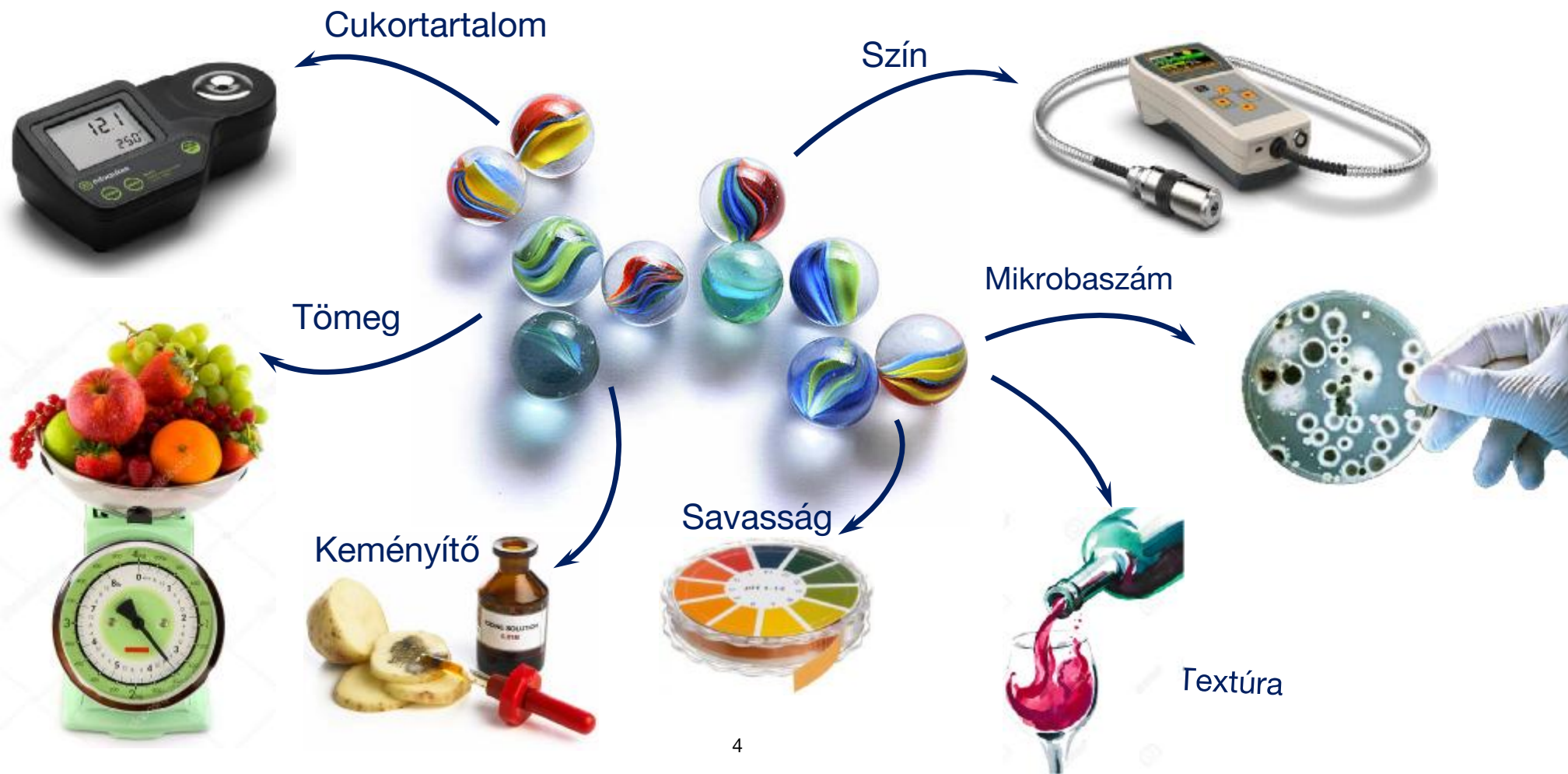
MATE Budai Campus



Kihívások a termőföldektől az asztalainkig...



... Az élelmiszerminősítésben általában...



Minőségellenőrzés új trendjei



Analitikai profil meghatározás

Elvárás



- ü Gyors és roncsolásmentes
- ü Vegyszermentes, olcsó
- ü Digitalizált mérési kimenet
- ü Többszörös felhasználhatóság
- ü Helyszíni, akár online beépíthető vizsgálat
- ü Párhuzamos paraméterbecslés



KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK



Mérési és kiértékelési protokollok megalkotása, amellyel lehetővé válik eltérő összetételű termékek objektív osztályozása, kvalitatív és kvantitatív jellemzők becslése, különleges minőségű termékek eredetiségének meghatározása.



I. Termőföldön felmerülő kihívások

II. Termékelőállítás során felmerülő kihívások

III. Termékek eredetiségének meghatározása során felmerülő kihívások



A barna rothadás folyamata



Csonthéjas és almatermésű gyümölcsök termelése veszélyben!

Sérüléseken keresztül vagy sejtfalbontó enzimek kiválasztásával jutnak be a gyümölcsbe.



Monilinia fructicola

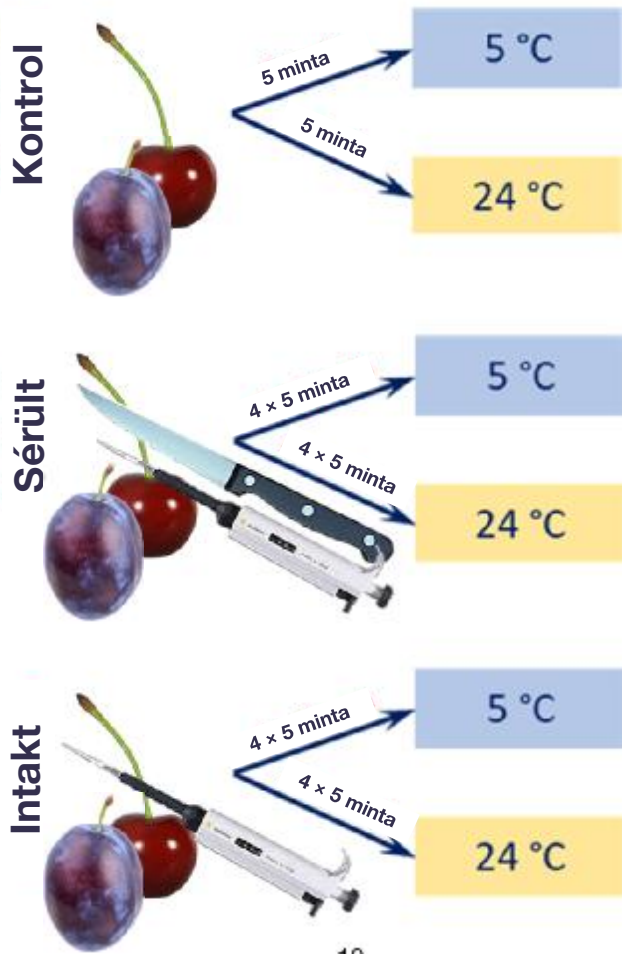
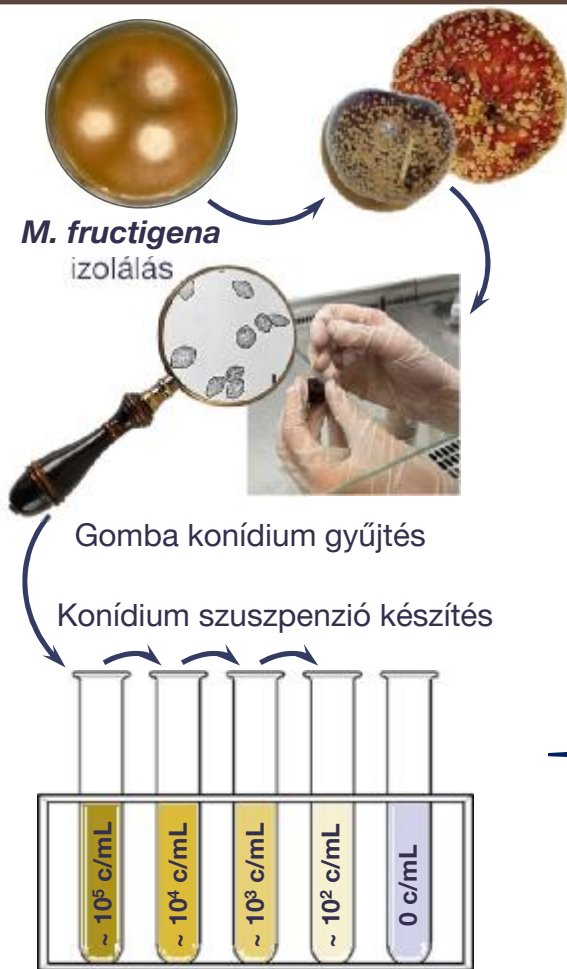
Monilinia laxa

Monilinia fructigena ...

Barna rothadás folyamata



A barna rothadás kimutatás előkészítése



Gyümölcsminták

- Épség és méret alapján előválogatott gyümölcsök
- Felületi fertőtlenítés etanollal (70% V/V)
- 7 napos szabályozott tárolás.



Érdi bőtermő



Újfehértói



Topend

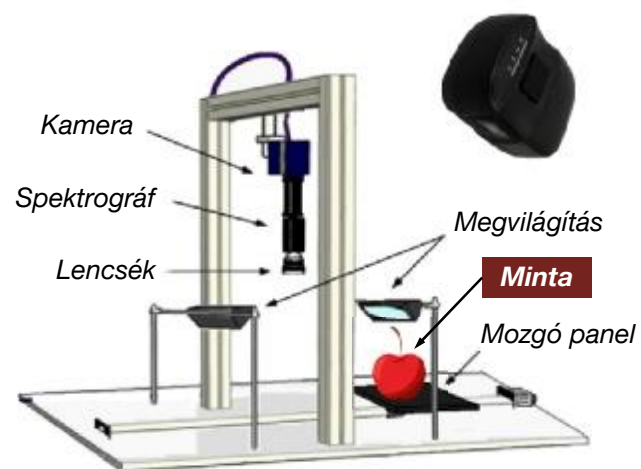


Topend plus

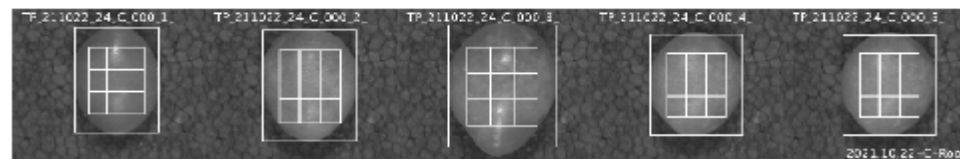
Hiperspektrális képfeldolgozás



Spektrum felvétel



Érintésmentes vizsgálat külső megvilágítással
 (250 W halogén izzók, 45°-os szögben),
 Specim spektrográf, Xenics InGaAs 14-bit szenzor,
 256 x 320 px spektrális és térbeli felbontás

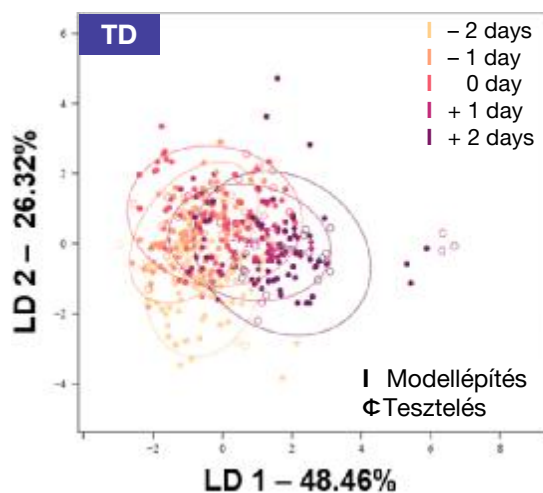


MONILINIA KIMUTATÁS

Fertőzés látható jeleinek megjelenése

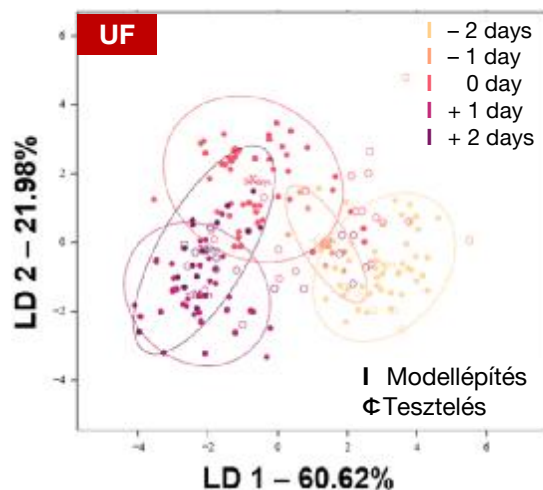


Kézi NIR műszer



		-2 nap	-1 nap	0 nap	+1 nap	+2 nap	Osztályozási pontosság
Modellépités	-2 nap	69.5	18.6	11.0	13.0	5.7	61.0%
	-1 nap	16.4	55.5	18.8	12.0	6.1	
	0 nap	8.9	17.3	60.4	12.7	10.2	
	+1 nap	3.1	8.7	6.9	48.6	6.8	
	+2 nap	2.2	0.0	3.0	13.8	71.2	
Tesztelés	-2 nap	56.7	21.8	10.7	14.5	3.0	49.6%
	-1 nap	22.1	49.5	22.6	20.3	7.6	
	0 nap	9.6	18.8	39.3	7.3	15.2	
	+1 nap	7.7	9.9	13.1	44.9	16.7	
	+2 nap	3.9	0.0	14.3	13.0	57.6	

Hiperspektrális képfeldolgozás



		-2 nap	-1 nap	0 nap	+1 nap	+2 nap	Osztályozási pontosság
Modellépités	-2 nap	91.7	0	4.0	8.3	0.0	86.5%
	-1 nap	5.9	89.58	1.6	0.5	0.0	
	0 nap	1.5	10.42	90.5	5.2	21.7	
	+1 nap	1.0	0	2.4	84.9	2.2	
	+2 nap	0.0	0	1.6	1.0	76.1	
Tesztelés	-2 nap	78.4	41.67	15.9	14.6	0.0	57.4%
	-1 nap	7.8	25	15.9	0.0	0.0	
	0 nap	11.8	33.33	54.0	2.1	26.1	
	+1 nap	2.0	0	6.4	72.9	17.4	
	+2 nap	0.0	0	7.9	10.4	56.5	

I. Termőföldön megjelenő kihívások

II. Termékelőállítás során felmerülő kihívások

III. Termékek eredetiségének megh



Monitoring the ripening of different cheese at various temperatures – Objectives

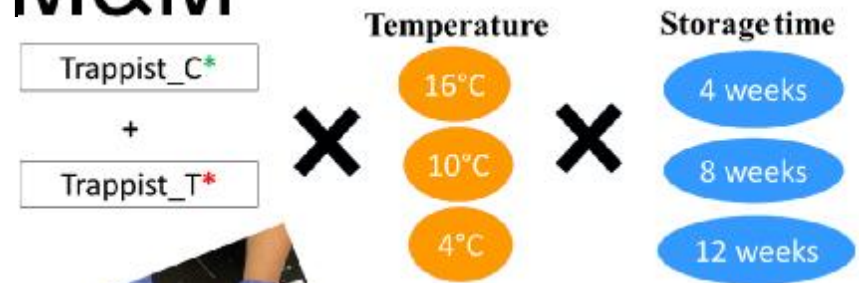
The objectives of this study were

- to determine the potential of NIRS in monitoring the ripening of Trappist style cheese at different temperatures and
- to detect differences in the ripening process caused by the type of diet fed to the cows

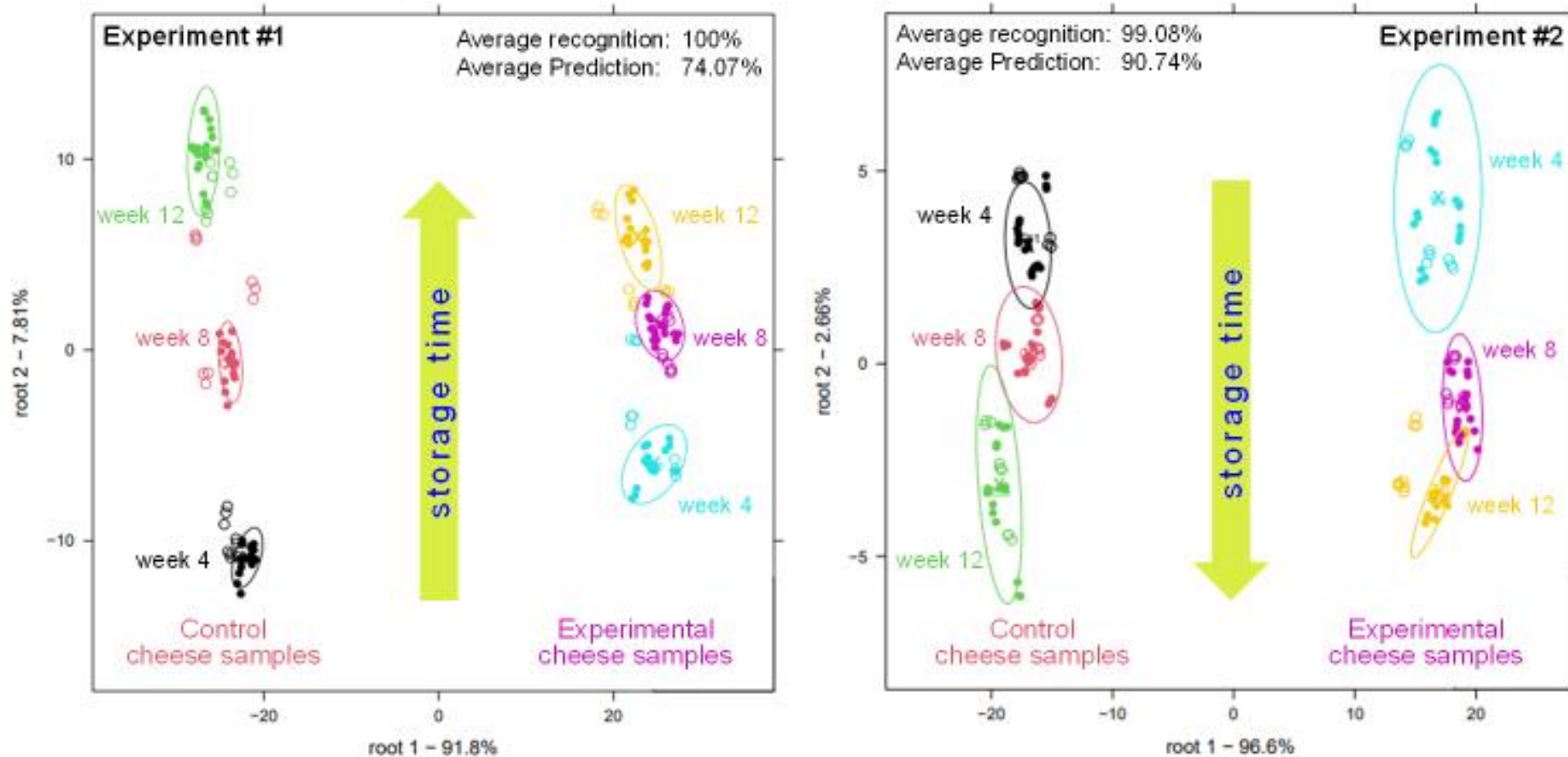


Monitoring the ripening of different cheese at various temperatures – M&M

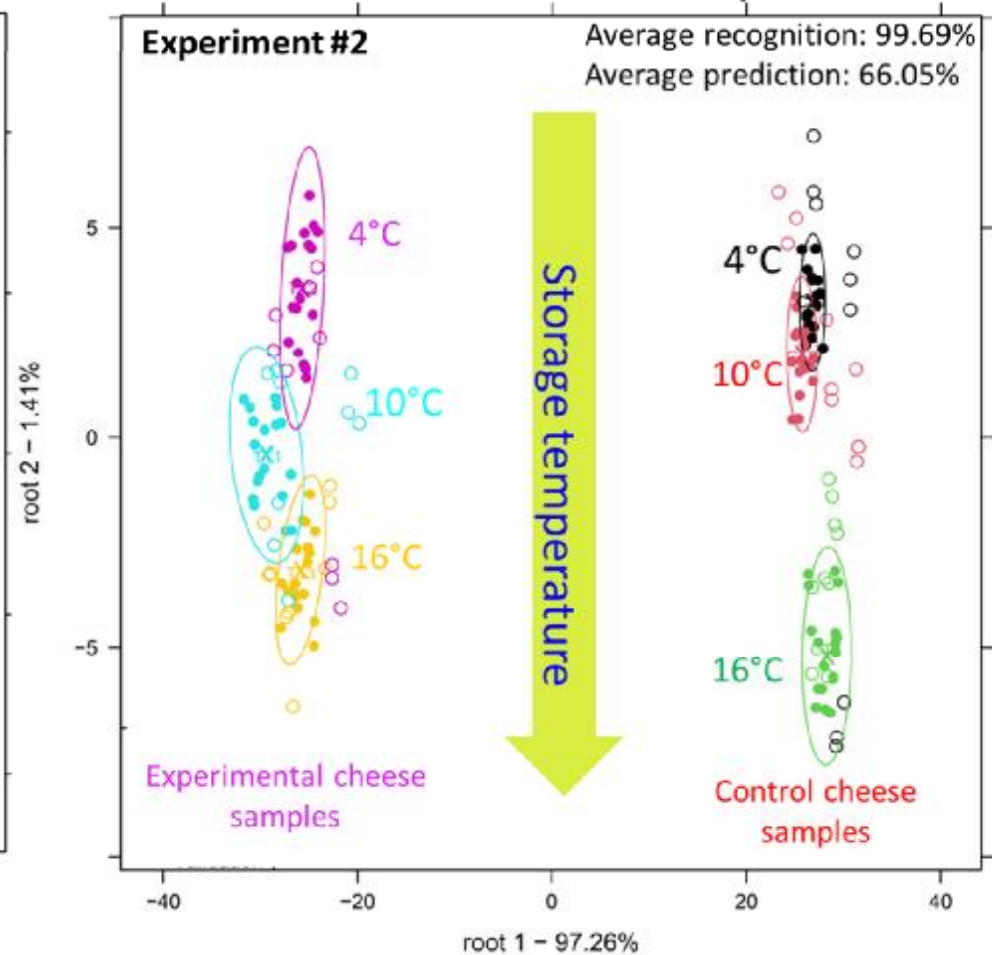
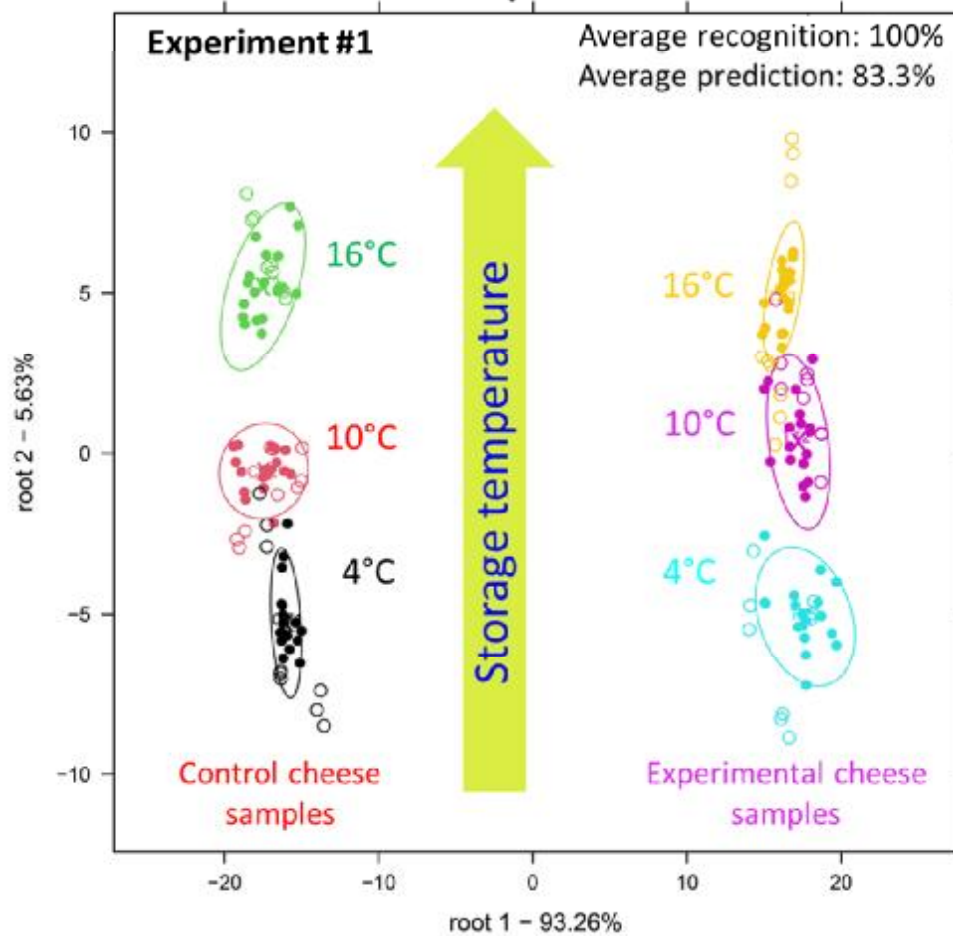
- Trappist style cheese made of cow milk from two different diet (in two repeated experiments):
 - **control**: hydrogenated palm oil (rich in **saturated** fatty acids)
 - **experiment**: mixture of linseed and algae extract (rich in **polyunsaturated** fatty acids)
- Samples stored in triplicates
 - at different temperatures: 16°C, 10°C, 4°C and
 - for 0, 4, 8, and 12 weeks
- Diffuse reflectance NIR spectra acquired with the benchtop XDS rapid content analyzer using a circular glass cuvette
- Freshly cut surface of a sample thickness of 1 cm was scanned
- NIRS data was evaluated with principal component analysis (PCA) and PCA-based linear discriminant analysis (PCA-LDA)



Monitoring the ripening of different cheese at various temperatures – Results – LDA time



Monitoring the ripening of different cheese at various temperatures – Results – LDA temperature





I. Termőföldön megjelenő kihívások

II. Termékelőállítás során felmerülő kihívások

III. Termékek eredetiségének meghatározása során felmerülő kihívások

Quantitative evaluation of fruit extracts and fortified fruit juice – Objectives

The objectives of this study were

- to develop NIRS methods for the quantitative evaluation of Grape seed extract (GSE) powder when adulterated with chemically similar compounds and
- when used as an additive for fruit juice fortification



NIRS IN THE FIELD OF
NUTRITION

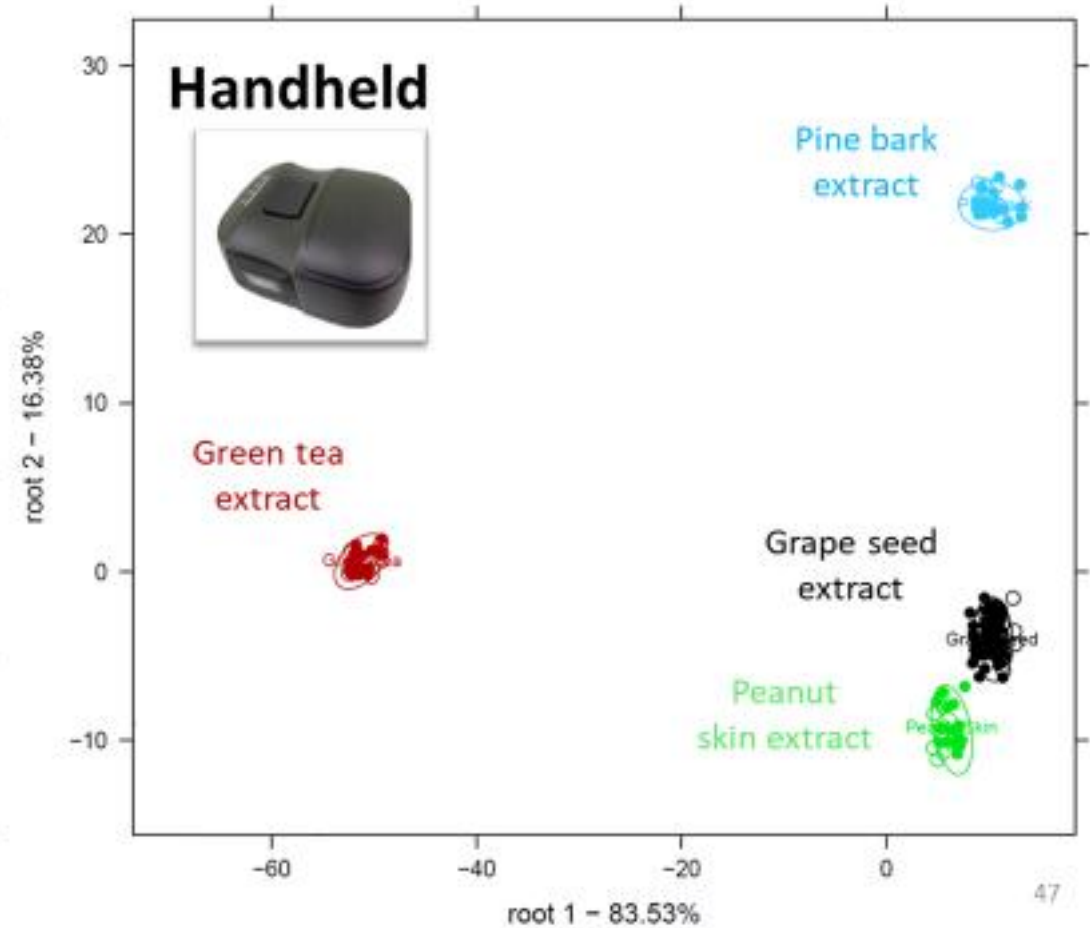
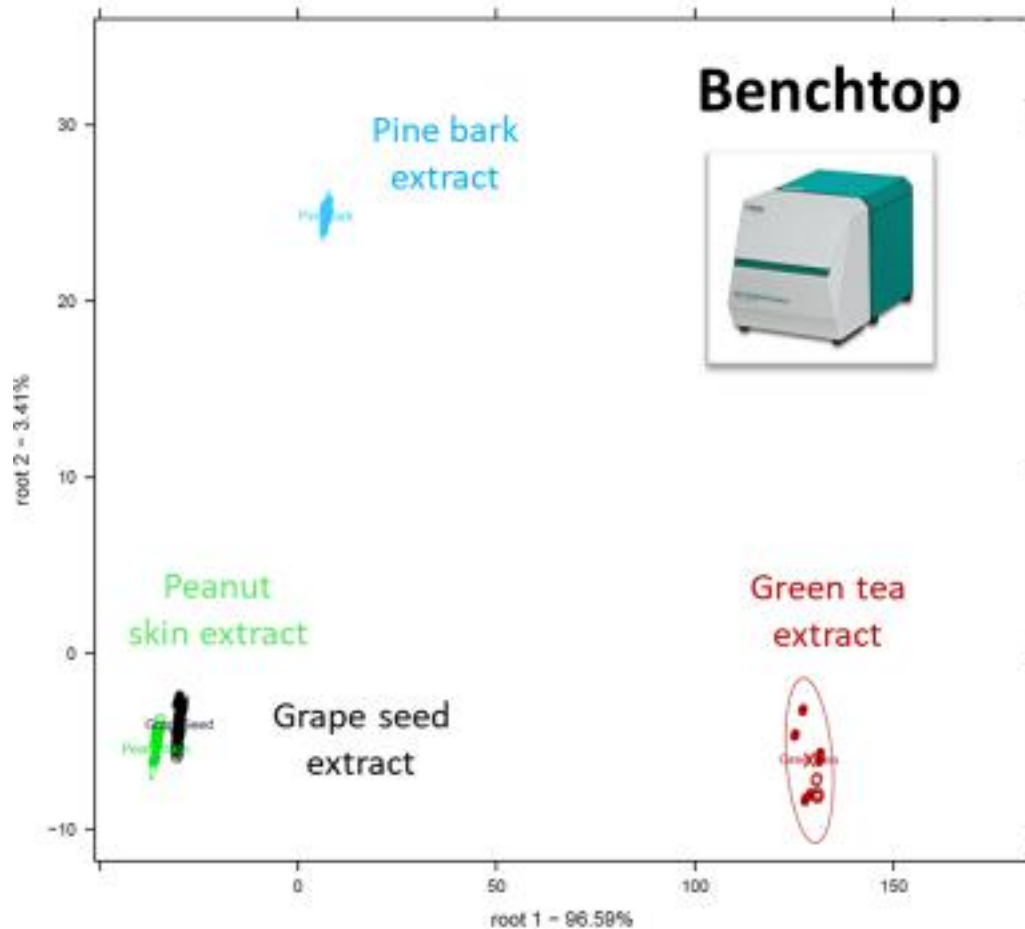


Quantitative evaluation of fruit extracts and fortified fruit juice – M&M

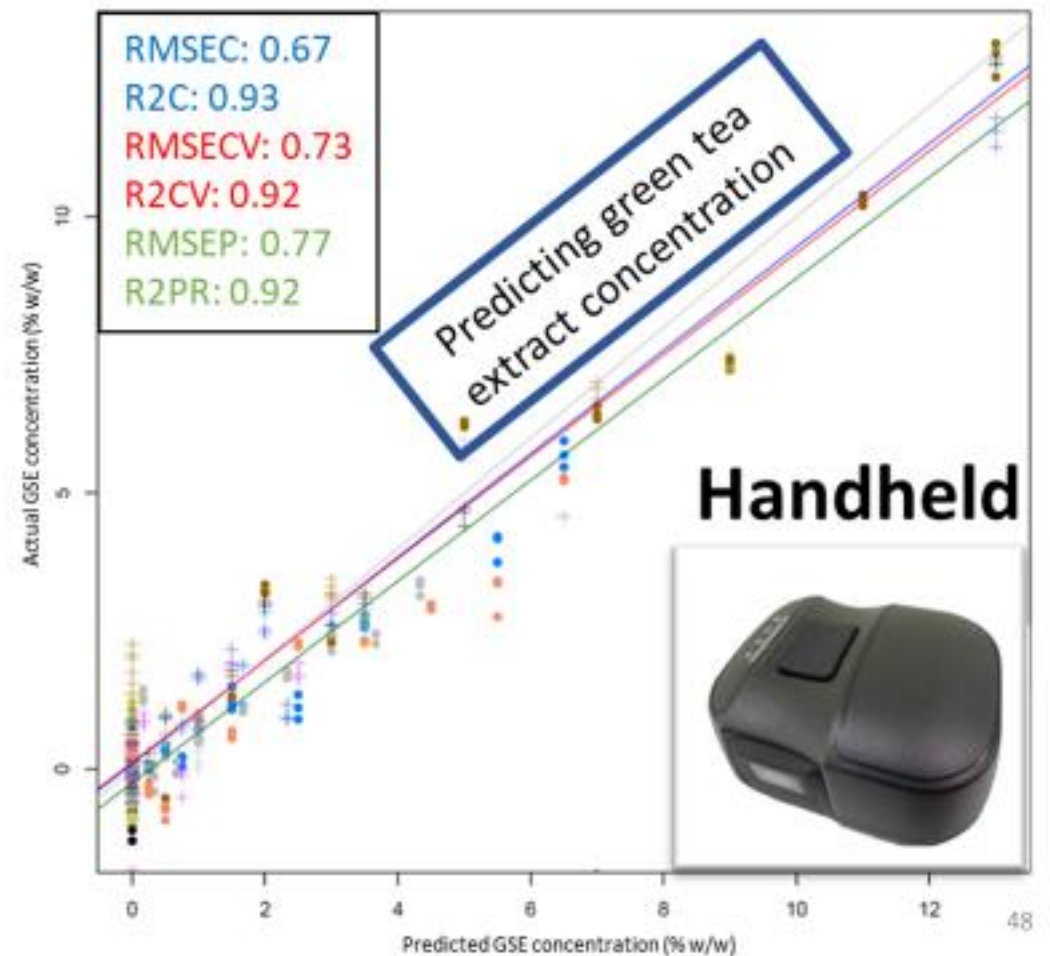
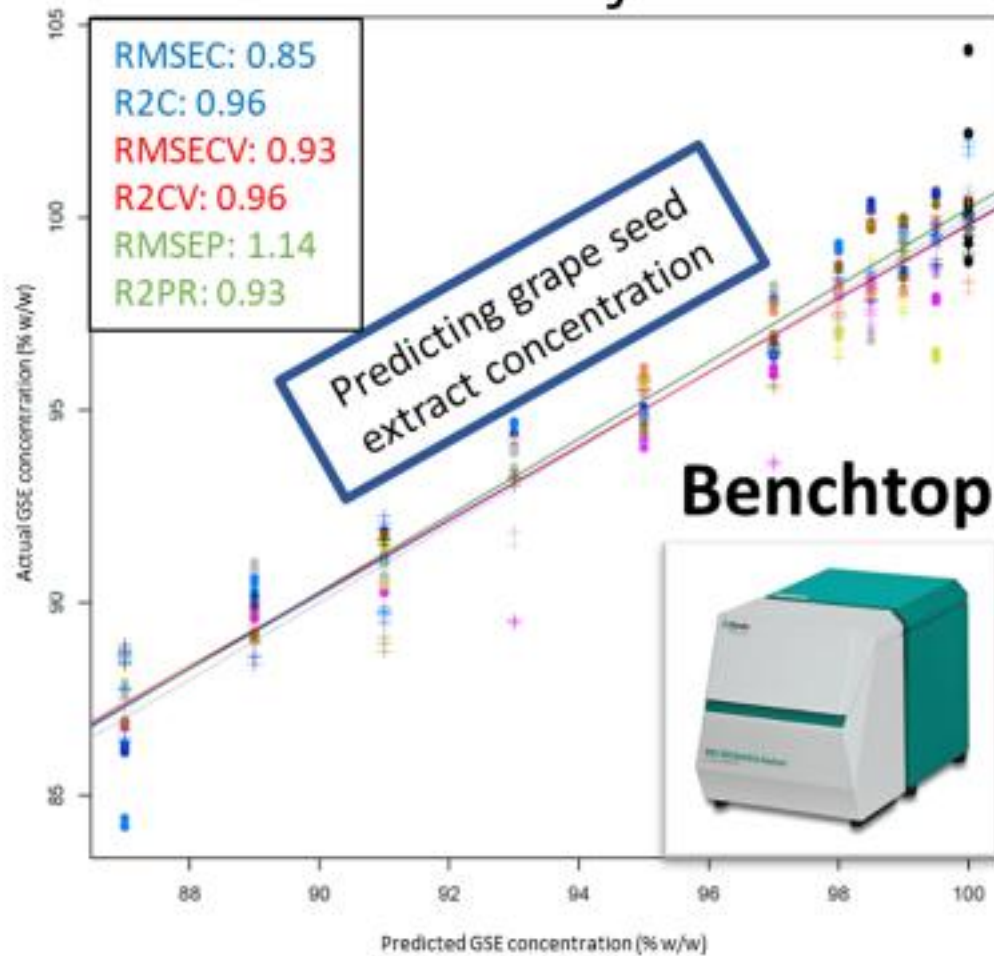
- **Grape seed extract (GSE)** powder mixed with
 - **peanut skin (PSE)**, **pine bark (PBE)** and **green tea extracts (GTE)**
 - Single and multiple mixtures: 11 mixture groups
 - 10 concentration levels/group
- **Juice samples** are fortified with GSE
 - **Plum, sour cherry** and **blue grape** juice
 - 17 concentration levels/juice
- Diffuse reflectance and transmittance spectra of powders and liquids, respectively were collected by different **benchtop and handheld NIR devices**
- Principal component analysis based linear discriminant analysis (PCA-LDA) for classification of type and level of adulteration/fortification
- Partial least squares regression (PLSR) and support vector regression (SVR) for prediction of the level of adulteration/fortification



Quantitative evaluation of fruit extracts and fortified fruit juice – Results – extracts – PCA-LDA



Quantitative evaluation of fruit extracts and fortified fruit juice – Results – extracts – PLSR



GYÜMÖLCSLÉ DÚSÍTÁS KIMUTATHATÓSÁGA



Gyümölcslékeverékek összeállítása

0. **Tiszta** gyümölcslévek koncentrátumból,
1. **Szimpla** dúsítás kivonatokkal (0,5 ►►► 2,5 g/ 100 mL),
2. **Bináris** keverékek készítése szimpla keverékekből,
3. **Harmadlagos** keverékek szimpla keverékekből.



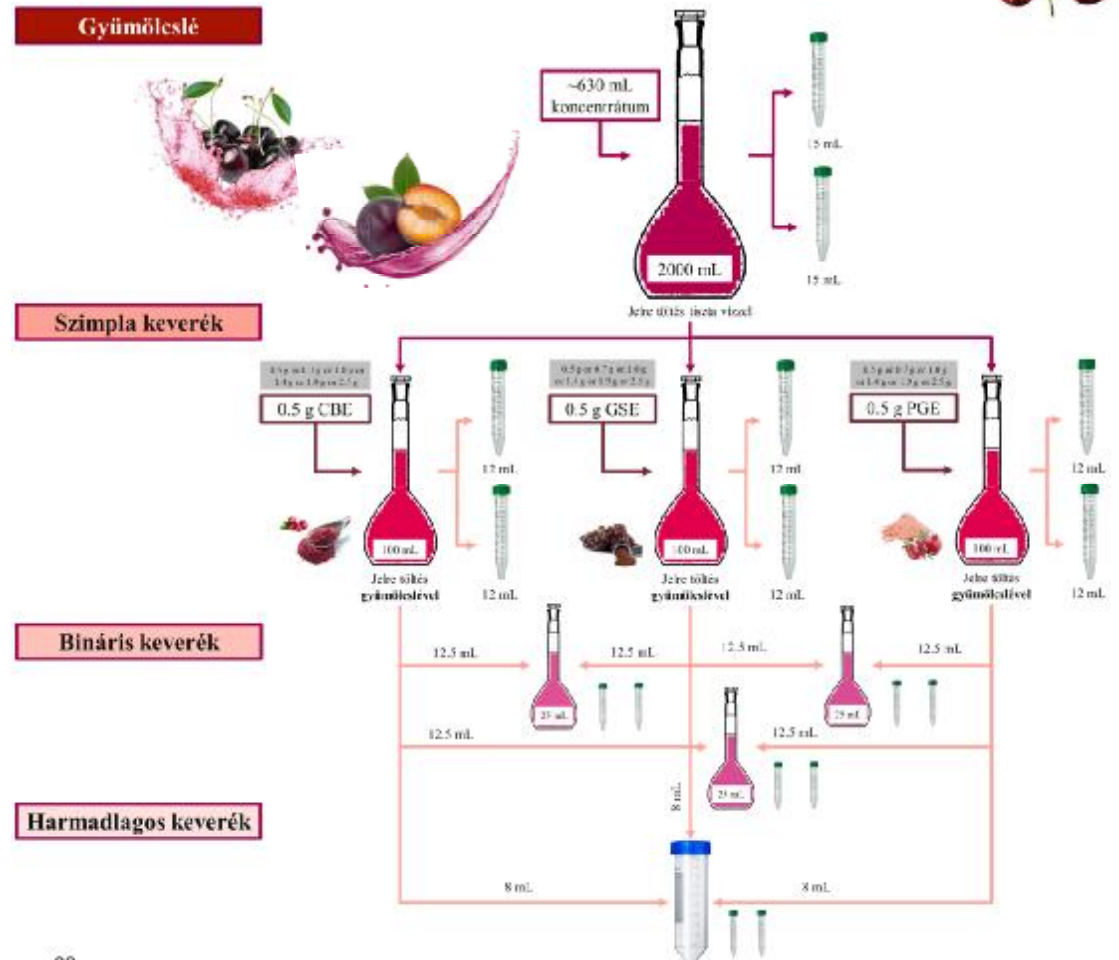
Mintacsoportonként 3 párhuzamos (~ 15 mL)



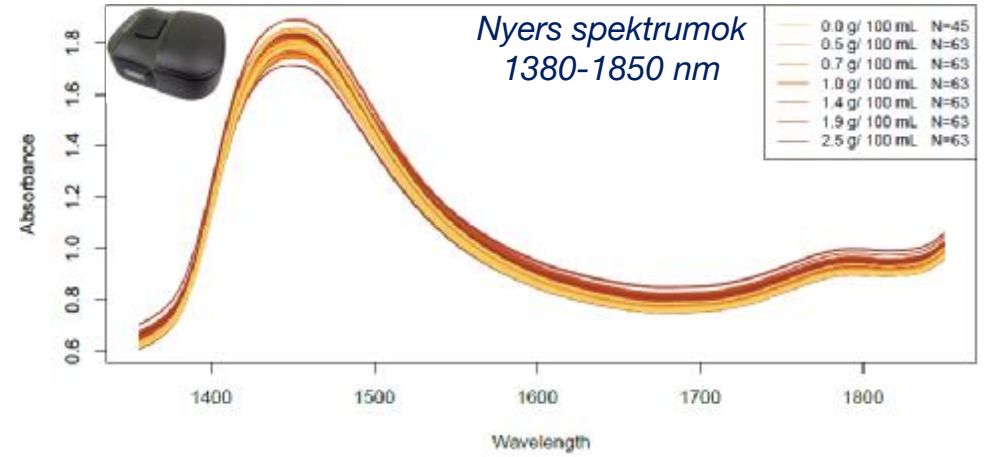
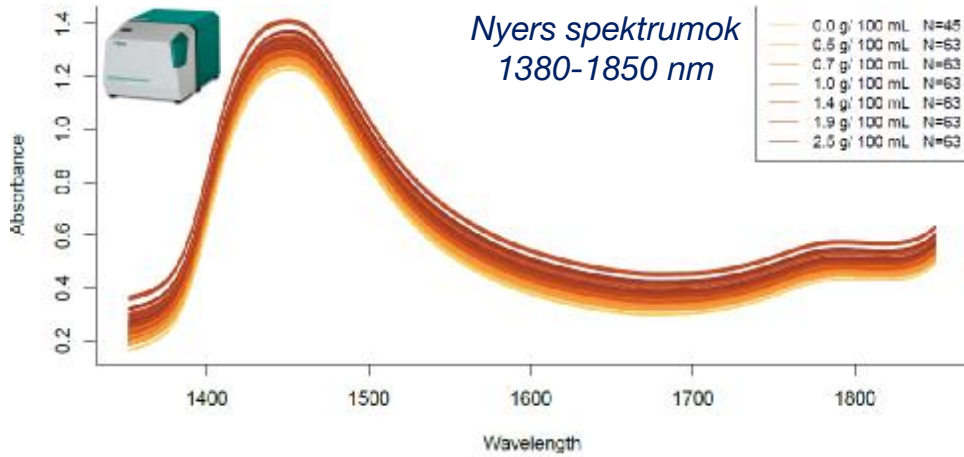
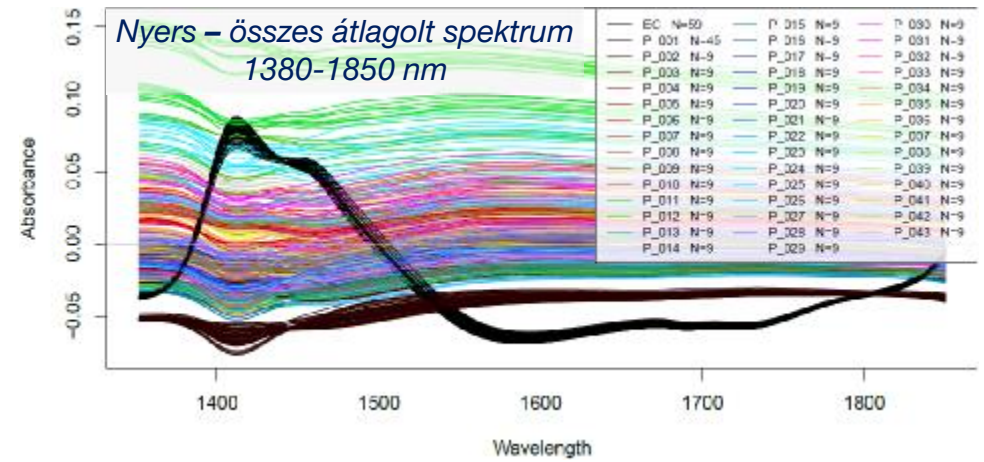
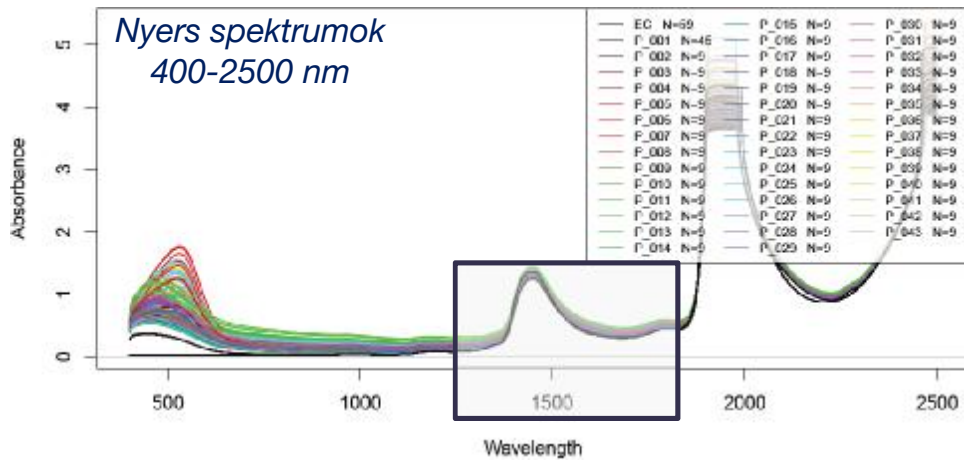
Gyümölcsléminták hőkezelése (85 °C, 1 perc)



Hűtve tárolás vizsgálatokig

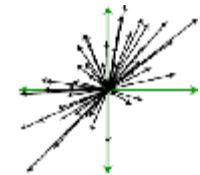


GYÜMÖLCSLÉ DÚSÍTÁS KIMUTATHATÓSÁGA



GYÜMÖLCSLÉ DÚSÍTÁS KIMUTATHATÓSÁGA

Meggylevelek vizsgálati eredményei

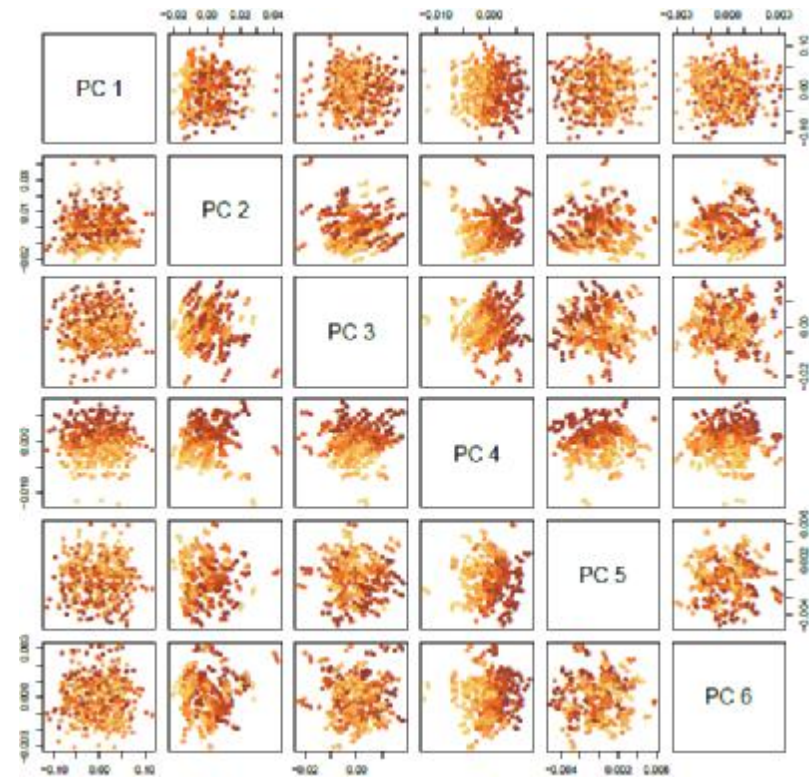
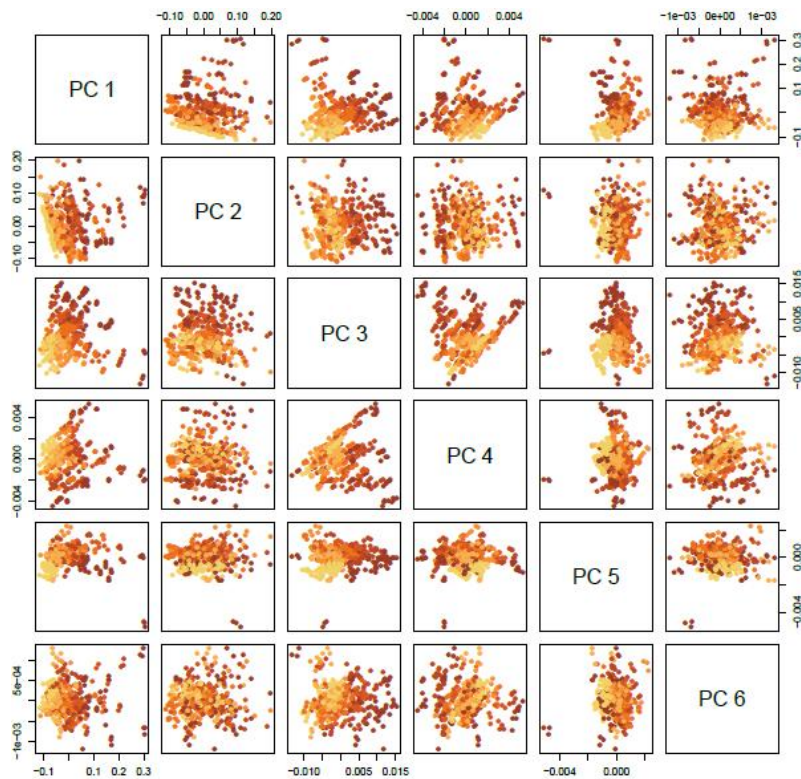


Asztali NIR spektrométer

Kézi NIR spektrométer

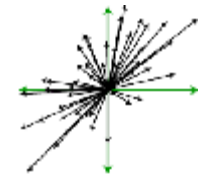
PCA

- 0.0 g/ 100 mL
- 0.5 g/ 100 mL
- 0.7 g/ 100 mL
- 1.0 g/ 100 mL
- 1.4 g/ 100 mL
- 1.9 g/ 100 mL
- 2.5 g/ 100 mL



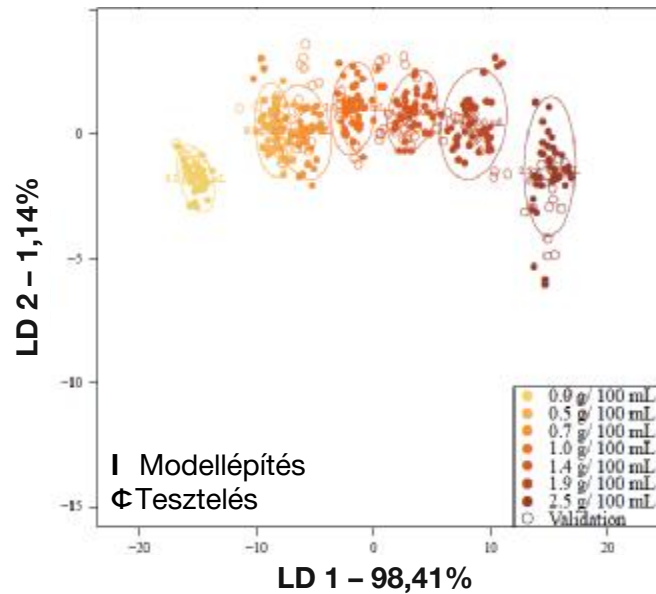
GYÜMÖLCSLÉ DÚSÍTÁS KIMUTATHATÓSÁGA

Meggylevelek vizsgálati eredményei



PCA – LDA

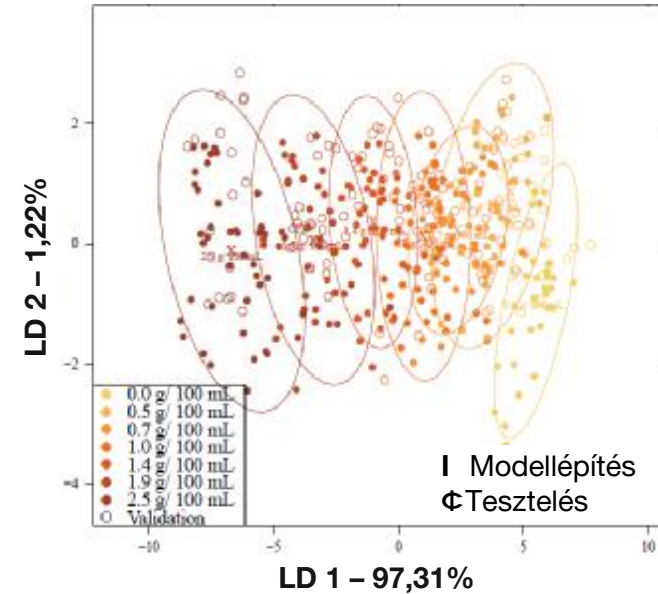
Asztali NIR spektrométer



Modellezési pontosság: 96.7%

Tesztelési pontosság: 94.6%

Kézi NIR spektrométer

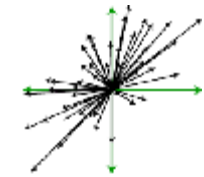


Modellezési pontosság: 78,8%

Tesztelési pontosság: 69,9%

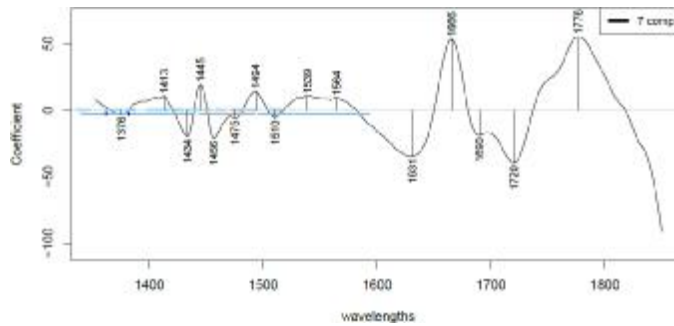
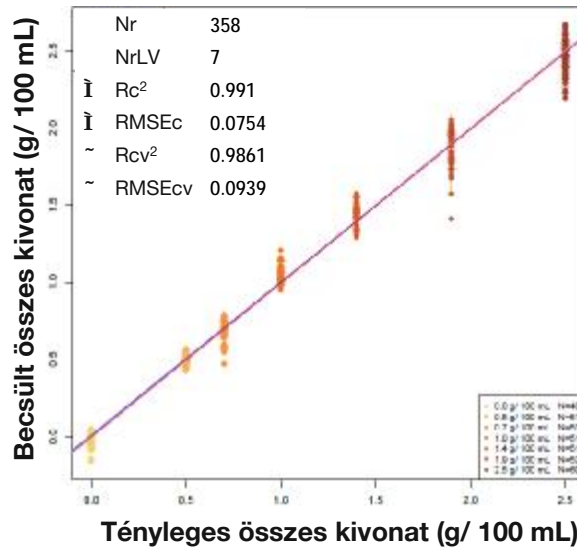
GYÜMÖLCSLÉ DÚSÍTÁS KIMUTATHATÓSÁGA

Meggylevek vizsgálati eredményei

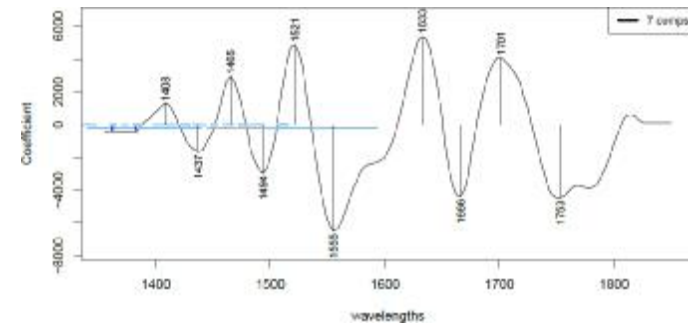
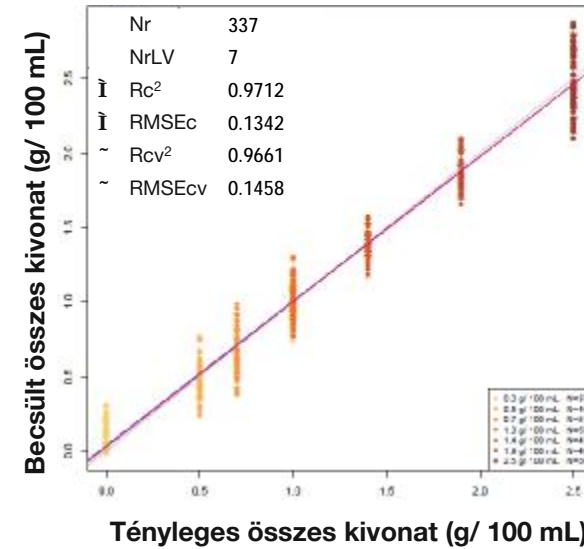


PLSR

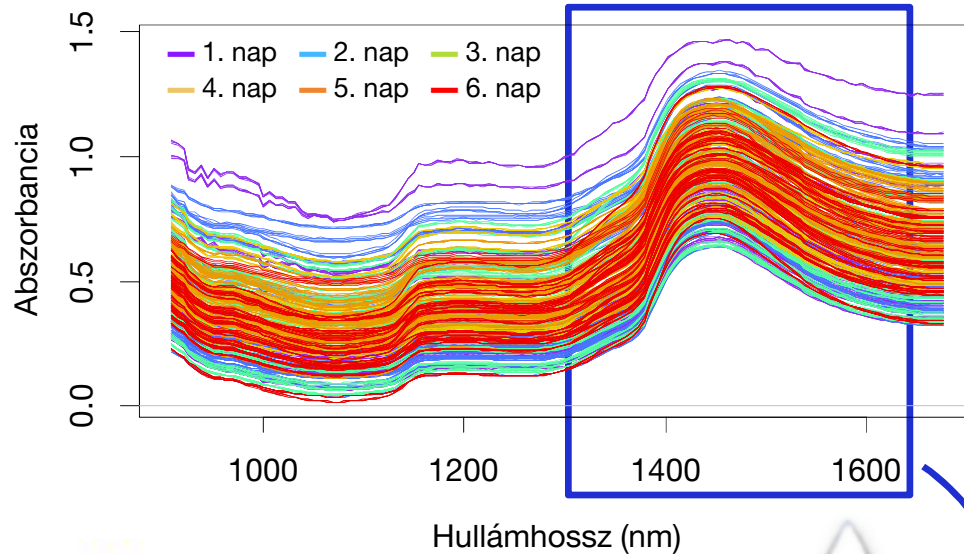
Asztali NIR spektrométer



Kézi NIR spektrométer



Nyers spektrumok



Spektrumok előkezelés
simítás + MSC / SNV / deTr / deriváltak

Különbség spektrum számítás

Főkomponens elemzés
Adatredukció, mintázat feltérképezés

Lineáris diszkriminancia elemzés
Csoportosítás különböző változók szerint

Részleges legkisebb négyzetek regresszió
Tárolási idő becslés

**Modellezések szempontjából fontos
hullámhosszok összesítése**

Aquagramok
„Biomarker”



MÉZEK HŐKEZELÉSÉNEK KIMUTATHATÓSÁGA



Revealing the Effect of Heat Treatment on the Spectral Pattern of Unifloral Honeys Using Aquaphotomics

by Zsannett Bodor^{1,2}, Csilla Benedek², Balkis Aouadi¹, Viktoria Zsom-Muha¹ and Zoltan Kovacs^{1,*}

¹ Department of Measurements and Process Control, Institute of Food Science and Technology, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, 14-16 Somlói Street, H-1118 Budapest, Hungary

² Department of Dietetics and Nutrition, Faculty of Health Sciences, Semmelweis University, 17 Vas Street, H-1088 Budapest, Hungary

* Author to whom correspondence should be addressed.

Academic Editor: Stefano Materazzi

Molecules **2022**, *27*(3), 780; <https://doi.org/10.3390/molecules27030780>

Received: 11 December 2021 / Revised: 8 January 2022 / Accepted: 21 January 2022 / Published: 25 January 2022

Honey samples

- Acacia
- Bastard indigo
- Sunflower

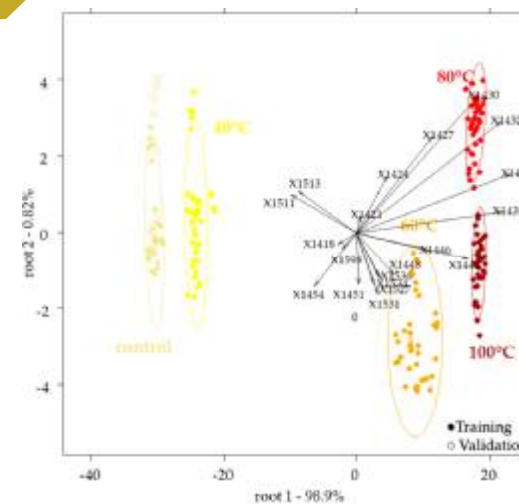
Heat treatment

- Ø 40 / 60 / 80 / 100 °C
- Ø 60 / 120 / 180 / 240 minutes

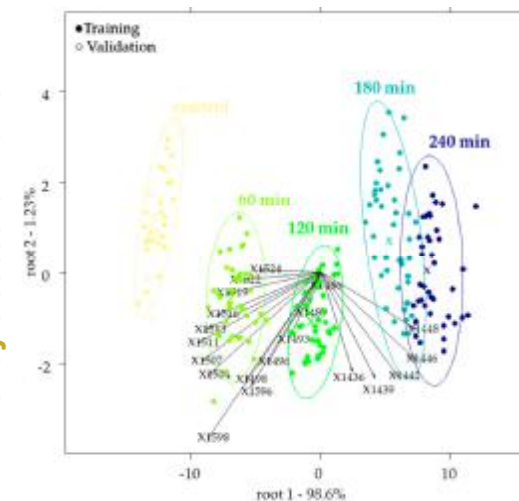
Spectra acquisition

- Ø 3 parallel sample preparation, 3 times repeated measurements, 5 consecutive scanning
- Ø Handheld NIR-S-G1 spectrometer

Honey treated for 60 minutes



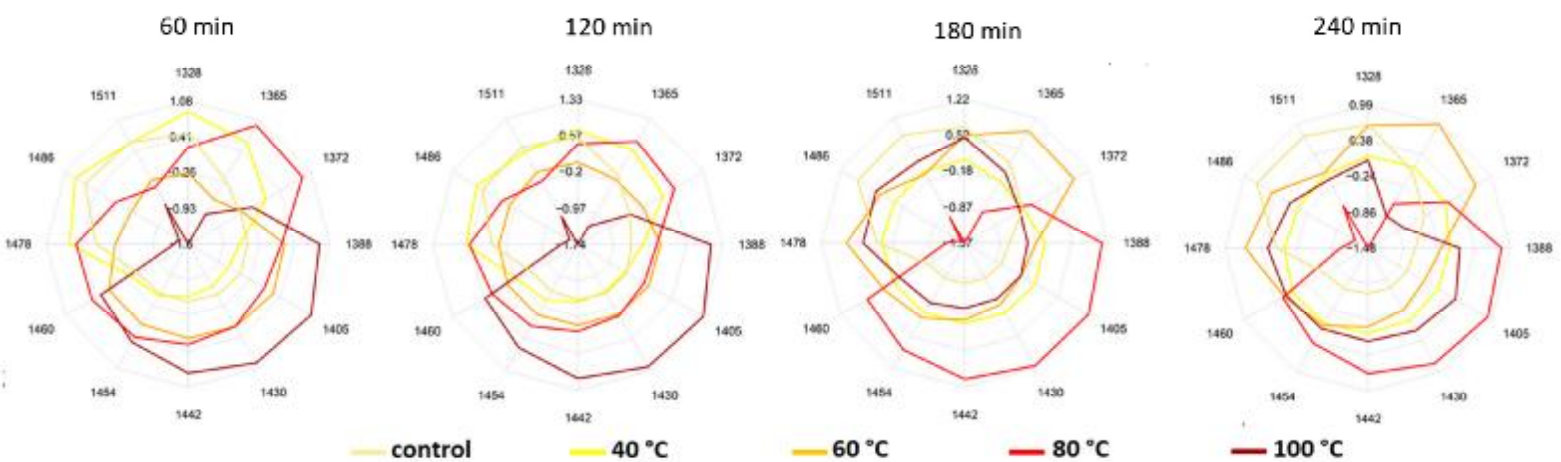
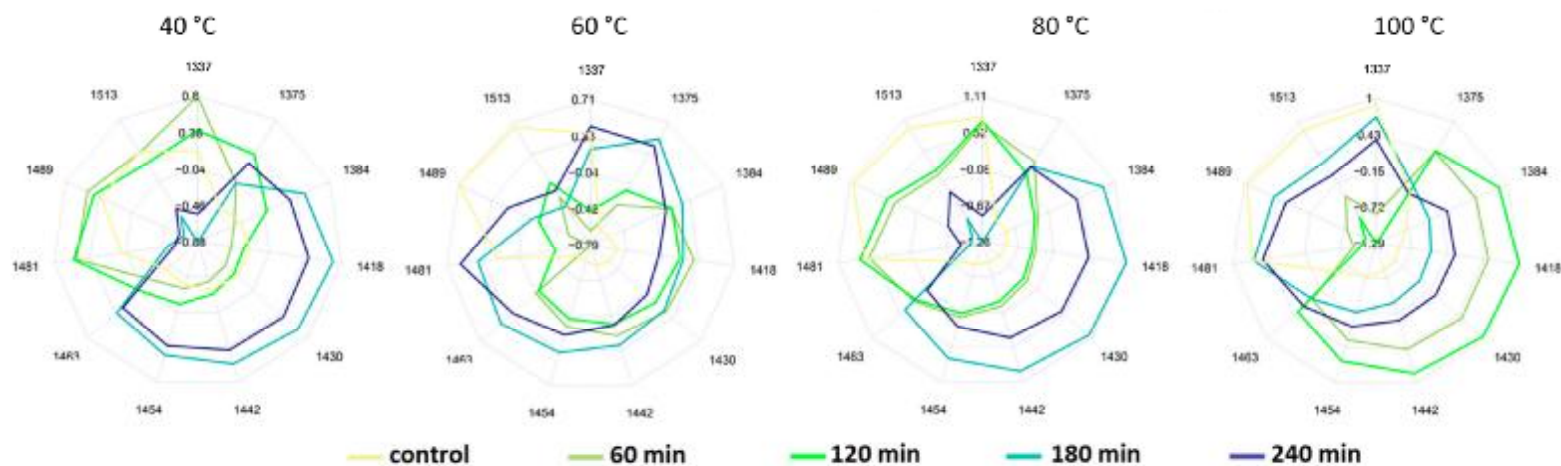
Honey treated on 40 °C



MÉZEK HŐKEZELÉSÉNEK KIMUTATHATÓSÁGA



Acacia



Köszönetnyilvánítás



Élelmiszertudományi Doktori Iskola (MATE), Agricolae Kft. és partnereik
Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék



Dr. Kovács Zoltán, Dr. Gillay Zoltán, A. Bósquez Juan Pablo, Lukács Mátyás
Dr. Bodor Zsanett, Dr. Zaukuu J. Lewis Z., Dr. Aouadi Balkis



Dr. Fodor Marietta, Dr. Szabó Gergő (ÉTTI)
Horváthné Dr. Petróczy Marietta, Kocsis Ivett (NVI)
Dr. Kocsis Tamás (ÉTTI)



A KUTATÁS A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM EKÖP-MATE/24/25/A/M/D/K KÓDSZÁMÚ EGYETEMI KUTATÓI ÖSZTÖNDÍJ PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI ÉS A TÉT MOBILITÁSI PROGRAM (2023-1.2.4-TÉT) TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.

