



KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLOGIÁKRA ÉPÜLŐ, KIS MÉRETŰ NIR SPEKTROMÉTEREK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A MEZŐGAZDASÁG ÉS ÉLELMISZERIPAR TERÜLETÉN – ELŐNYÖK ÉS KIHÍVÁSOK NAPJAINKBAN

Bázár György
ADEXGO Kft.
Correltech Laboratórium

NIR Klub, 2024
Budapest

Bemutakozás



- Alapítva: 2004
- Speciális kiegészítő takarmányok fejlesztése, gyártása, forgalmazása
- Kiterjedt K+F+I tevékenység a baromfi-, sertés- és szarvasmarha takarmányozás terén



- Alapítva: 2019
- Takarmányok és élelmiszerek vizsgálata korrelatív gyorsvizsgálati technikákkal
- K+F+I tevékenység a NIR spektroszkópia és a műszeres aromaelemzés terén

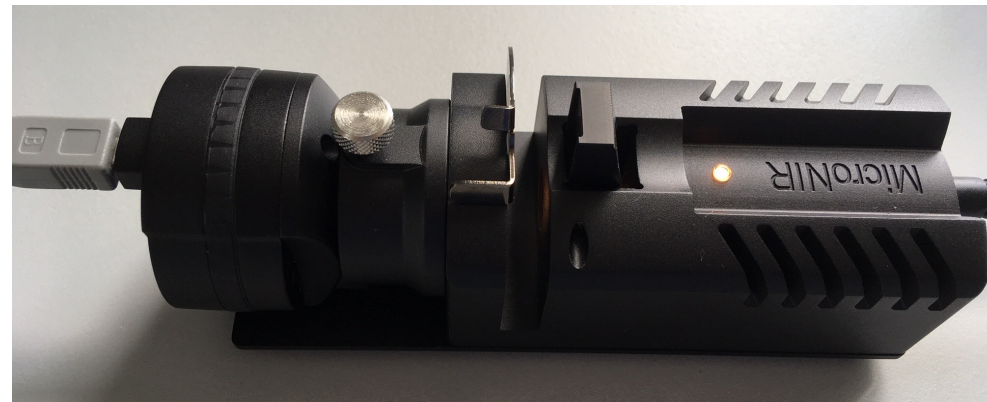
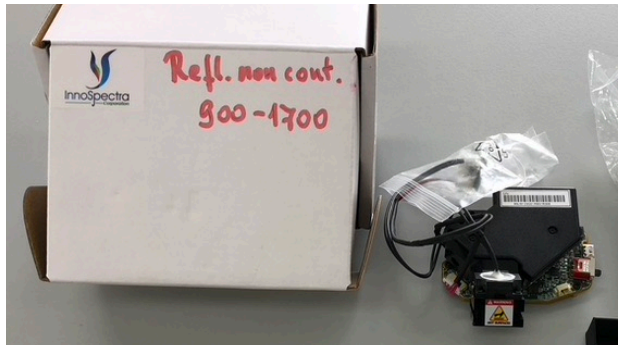
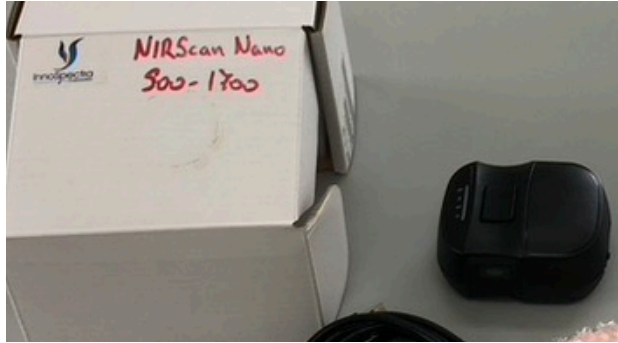
ADEXGO Kft. Correltech Laboratóriuma
1222 Budapest, Nagytétényi út 100.

www.correltech.hu





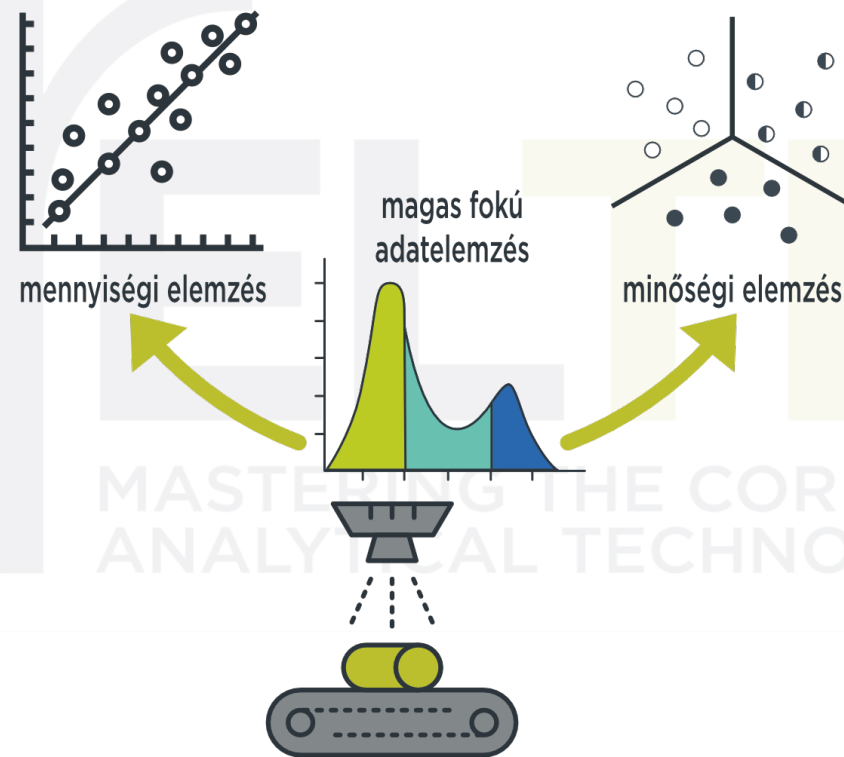
Közeli-infravörös spektroszkópia



Közel-infravörös spektroszkópia

70 év kutatásainak és fejlesztéseinek eredményeként

Laboratóriumi vizsgálatból → Telepi/üzemi vizsgálati módszer

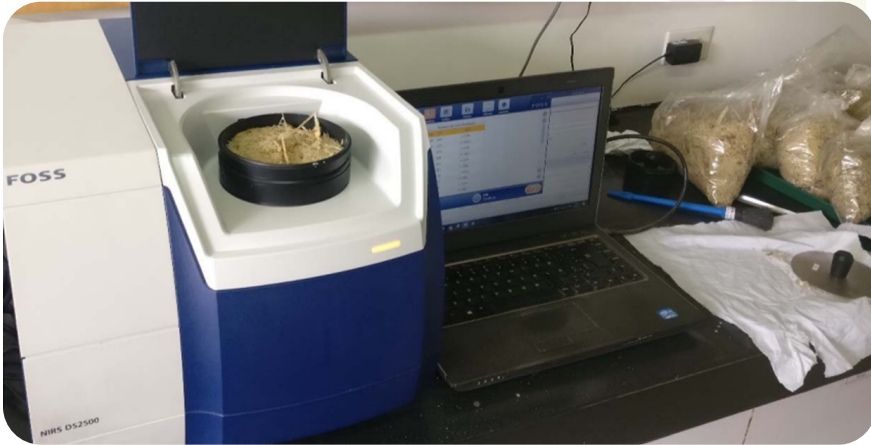


in-line, on-line, at-line vizsgálat

LABORATÓRIUMI ALKALMAZÁSOK

Klasszikus asztali spektrométerek
off-line gyorsvizsgálat

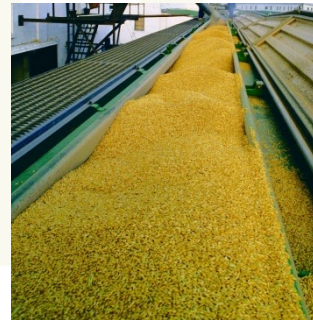
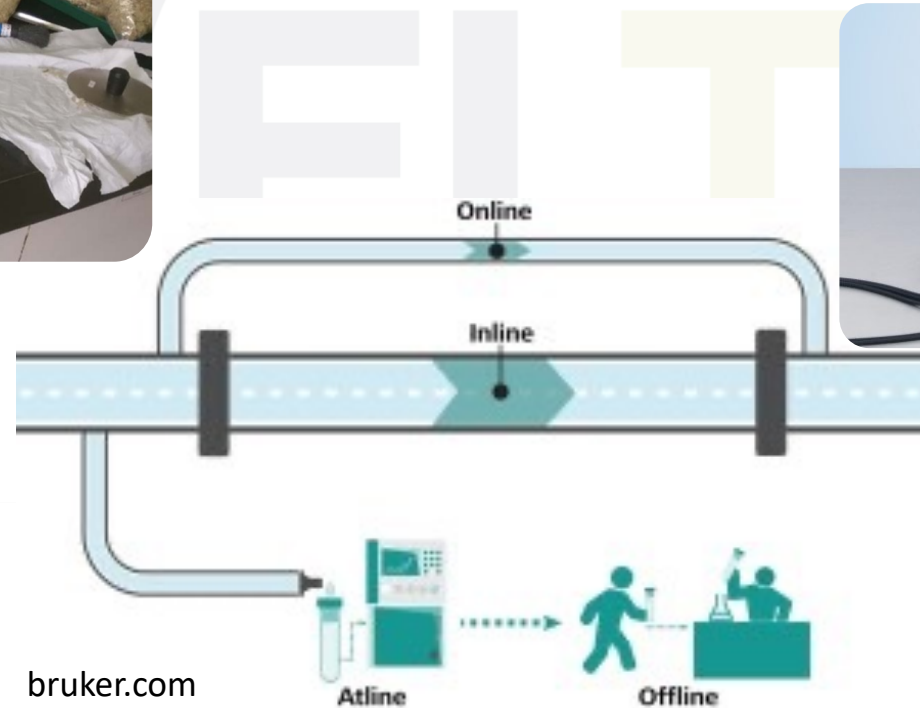
Gondos mintaelőkészítés, standard mérés
→ Nagy megbízhatóságú kalibrációk



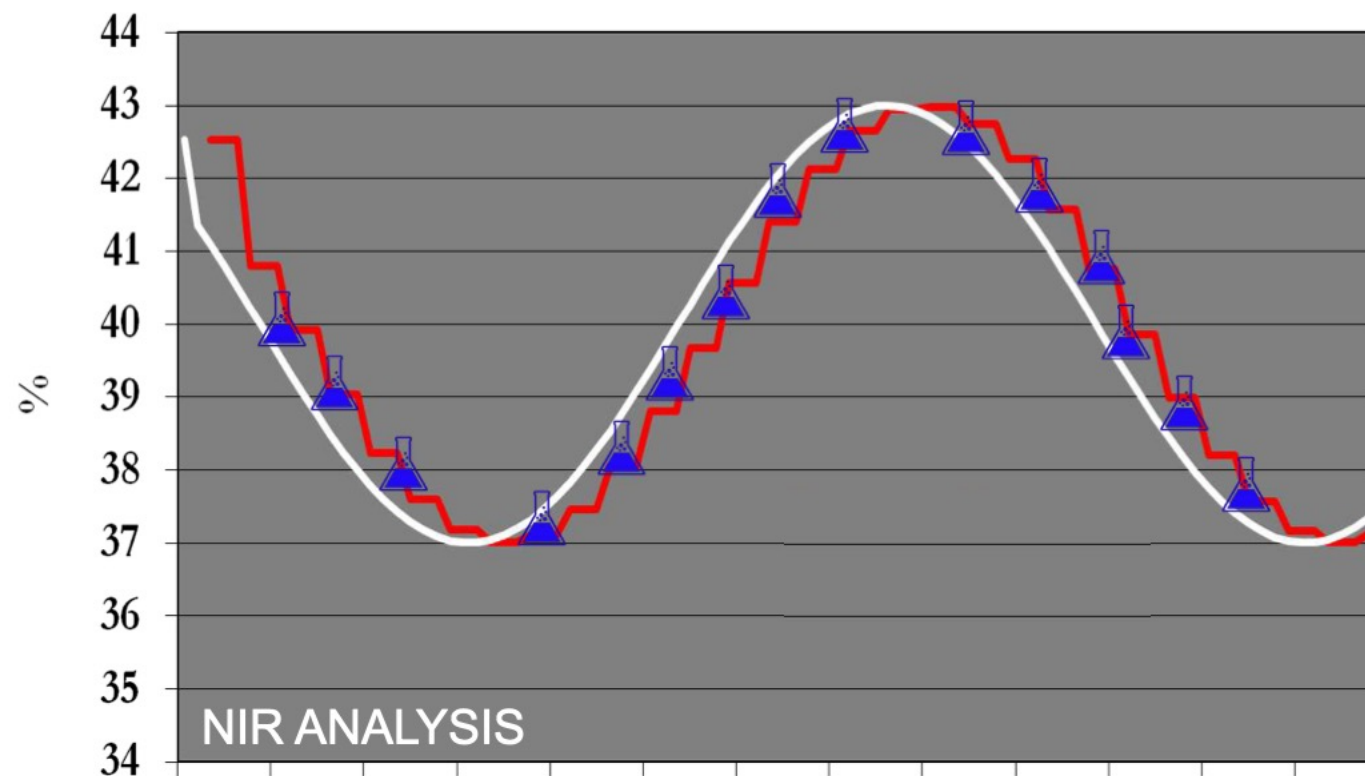
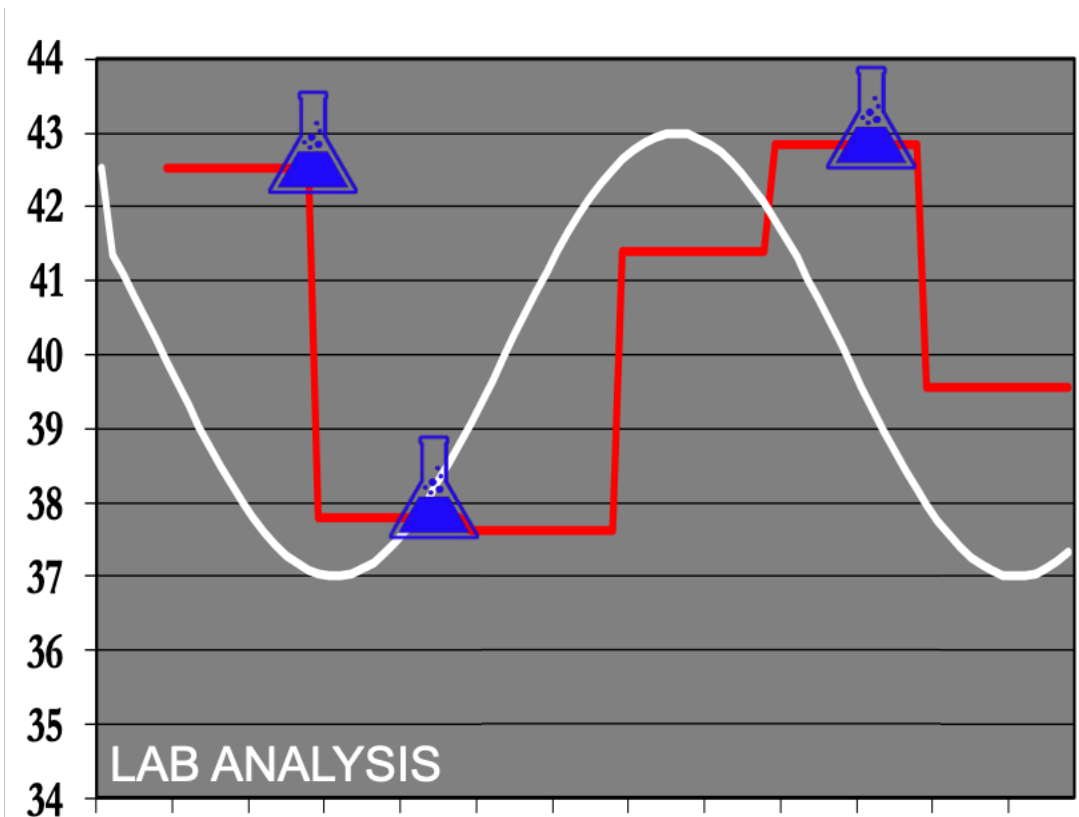
LABORBÓL AZ ÜZEMBE

Száloptikával ellátott verzatil precíziós spektrométerek
at-line (gyártás mellett), **on-line** (folyamatba csatolva), **in-line** (folyamatba integrálva) gyorsvizsgálat

Folyamatba illesztett vizsgálat, megnövelt mérési gyakoriság
→ Gyors visszacsatolás
→ Folyamatirányítás támogatása

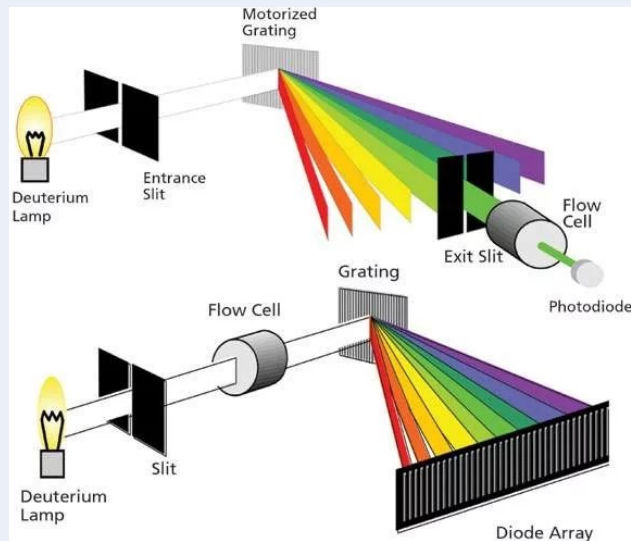


A NIRS vizsgálat vitathatatlan előnye

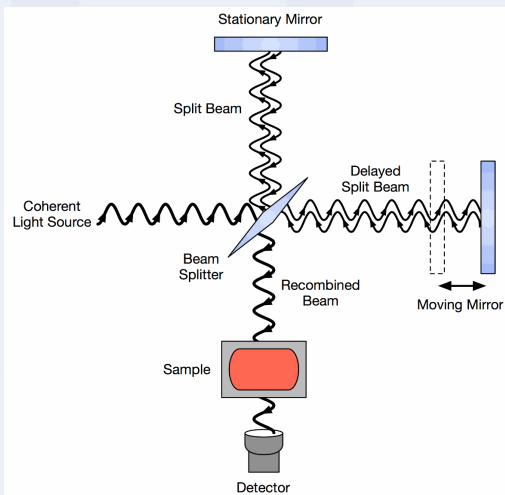


A gyakori mintavétel révén közelebb kerülünk a valósághoz.
A valós idejű eredményre nem kell napokat/heteket várnunk.

Klasszikus technológiák mobilizációja



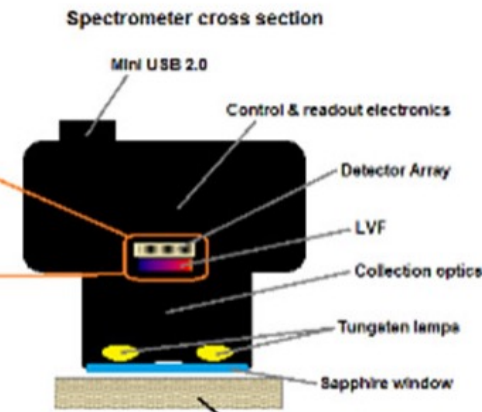
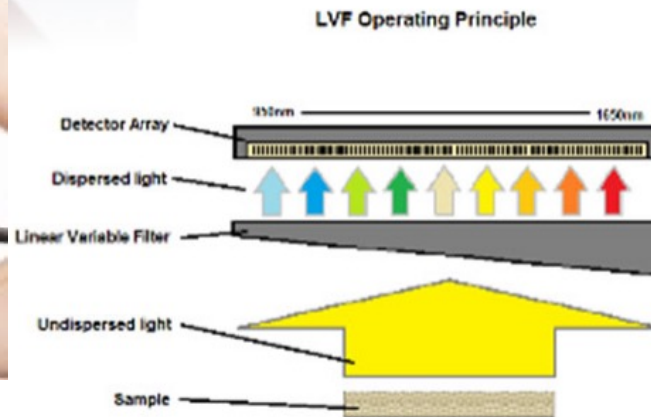
Diffrakciós spektrométer



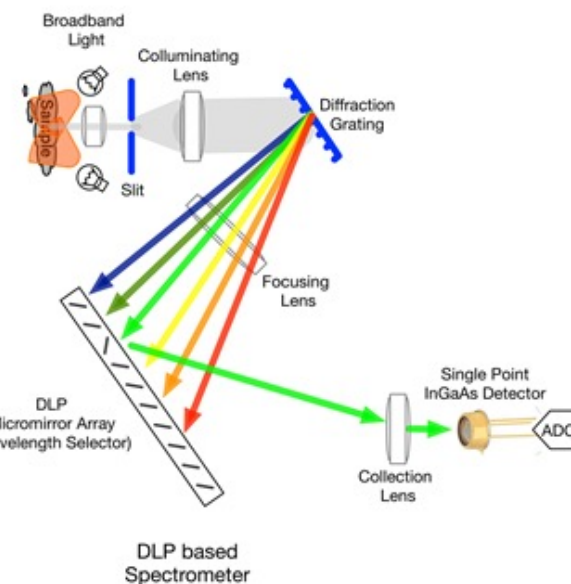
Michelson-interferométer (FT-NIR)

Új technológiák megjelenése

Lineárisan változó szűrő (mozgó alkatrész teljes hiánya)



Digitális mikrotükörsor chipre szerelve (mikro-elektromechanikai rendszerek, MEMS)

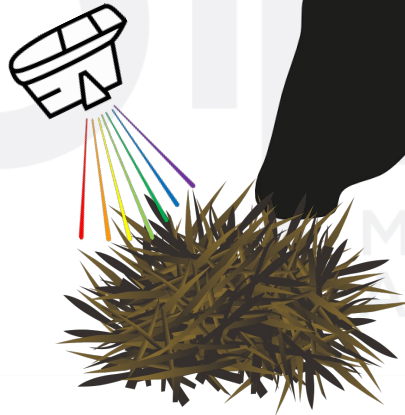


A miniatürizált NIRS eszközök fontosabb alkalmazási területei a tejelő tehenészetekben

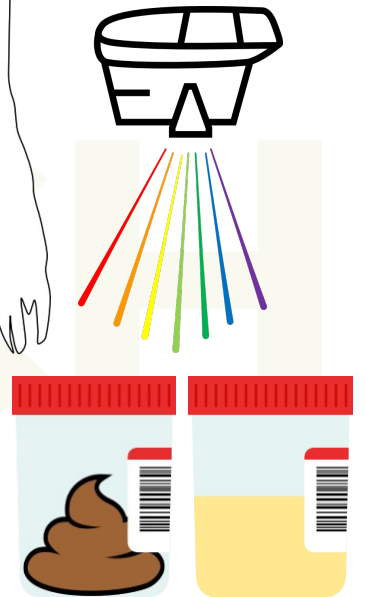
Alapanyagok
kémiai összetétele



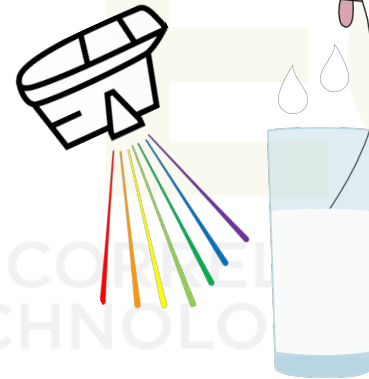
TMR¹, PMR²
kémiai összetétele;
minőségi paraméterek értékelése
(pl. homogenitás)



Bélsár, vizelet
összetétele



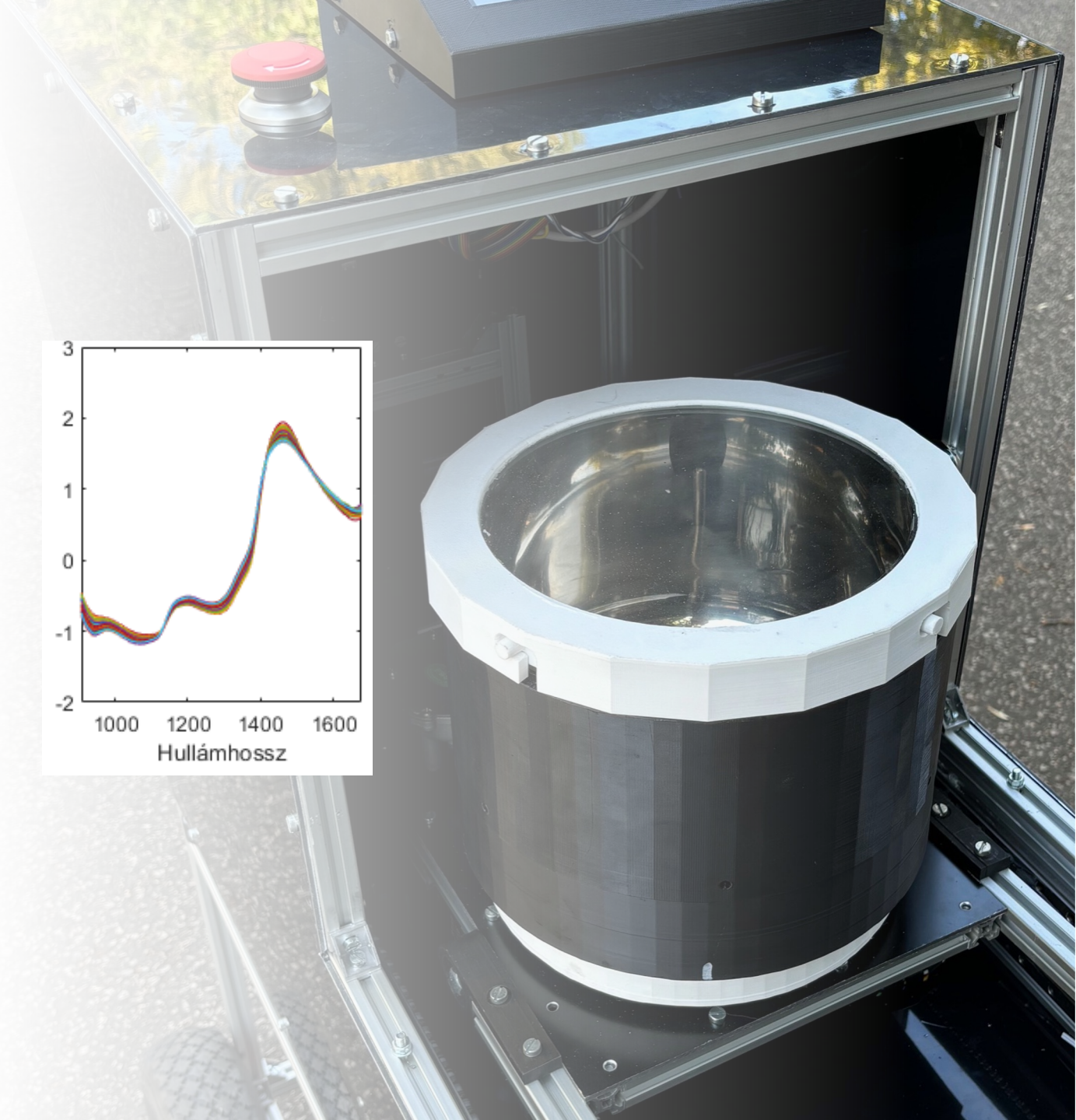
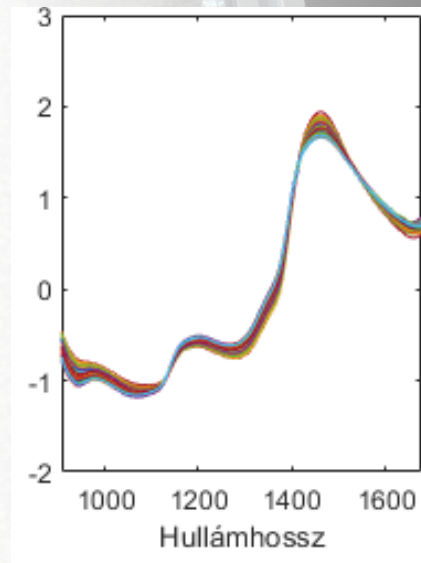
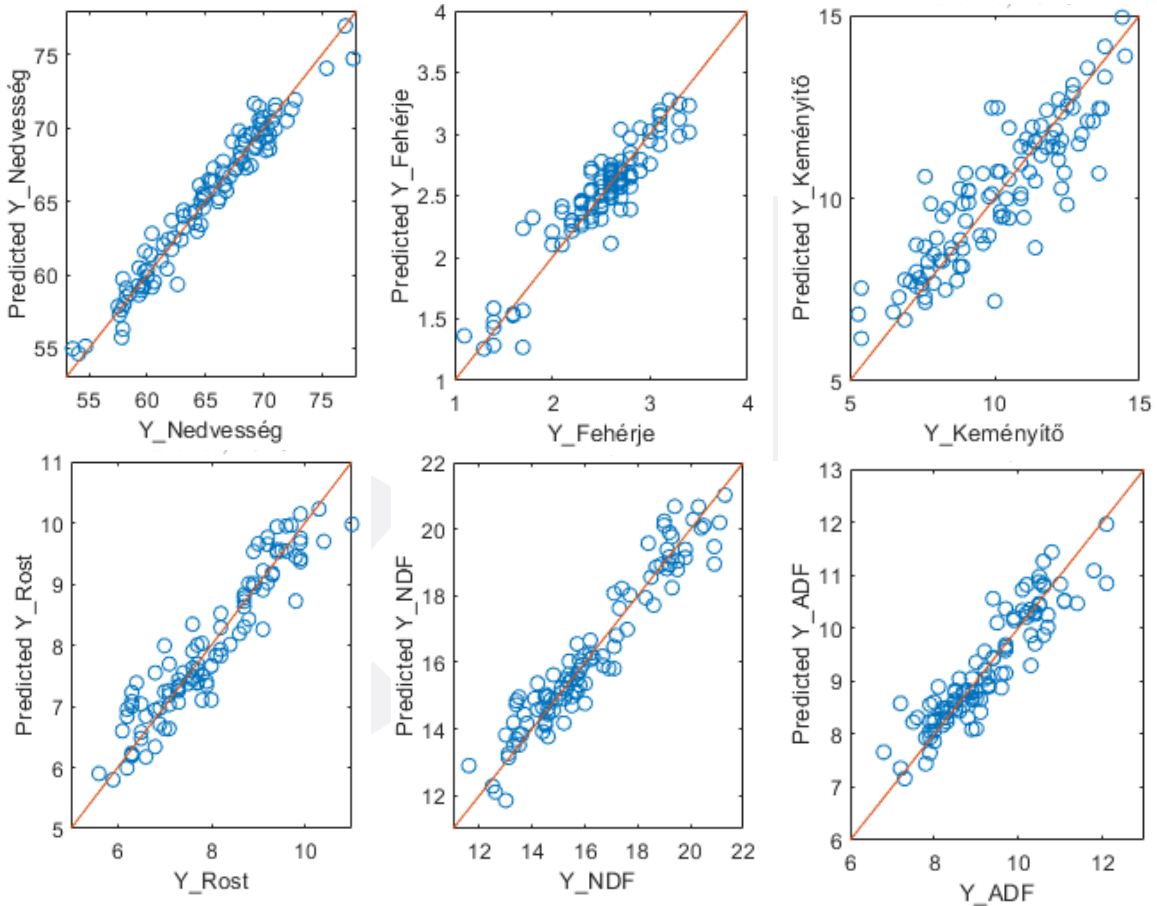
Nyerstej táplálóanyag-tartalma (pl. zsír, fehérje);
egyéb indikátor paraméterek



¹TMR = total mixed ration, teljes értékű takarmánykeverék

²PMR = partial mixed ration, részleges takarmánykeverék

Telepi NIRS vizsgálat

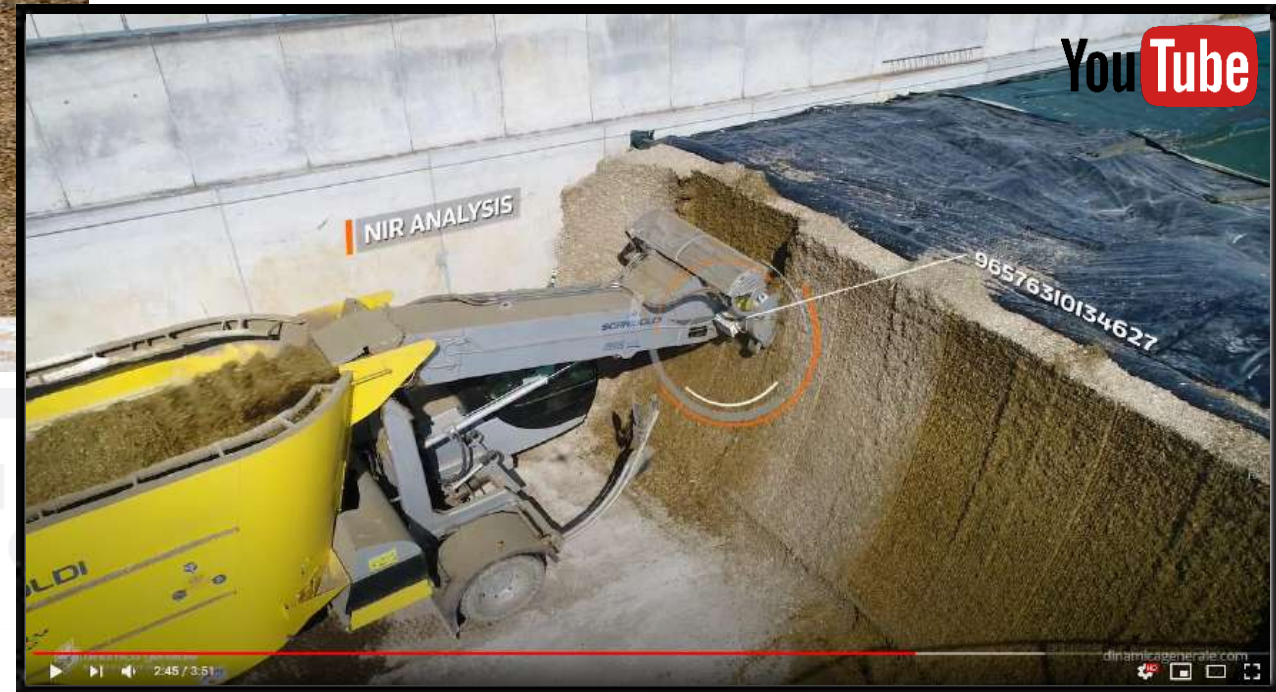


Telepi NIRS vizsgálat gyakorlati haszna

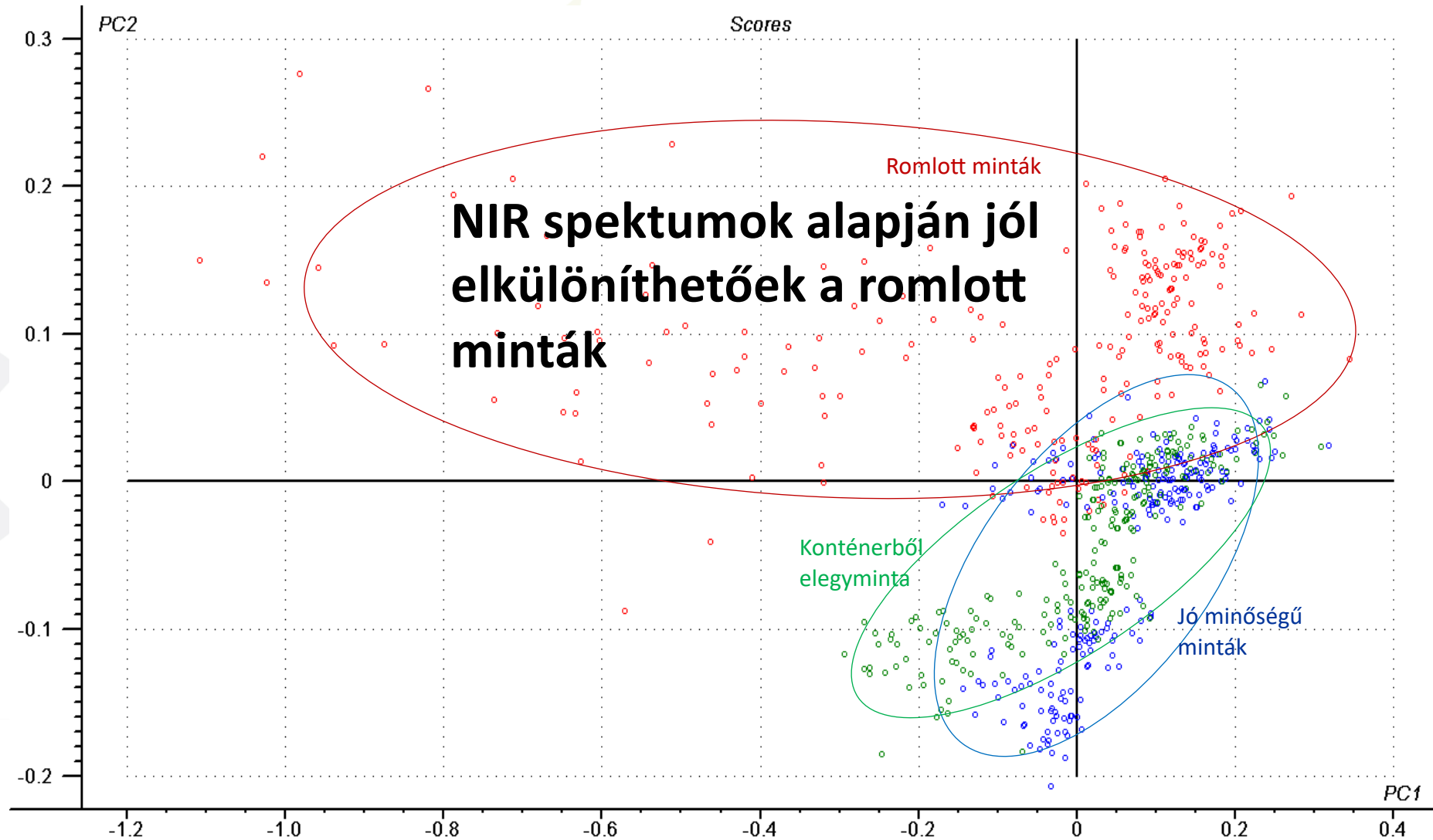
A pontból 387 kg szárazanyagot töltök be
B pontból 304 kg szárazanyagot töltök be



Pl. 20 kg kukoricaszilázs az adagban:
7,74 kg szárazanyagfelvétel vs. 6,08 kg szárazanyagfelvétel



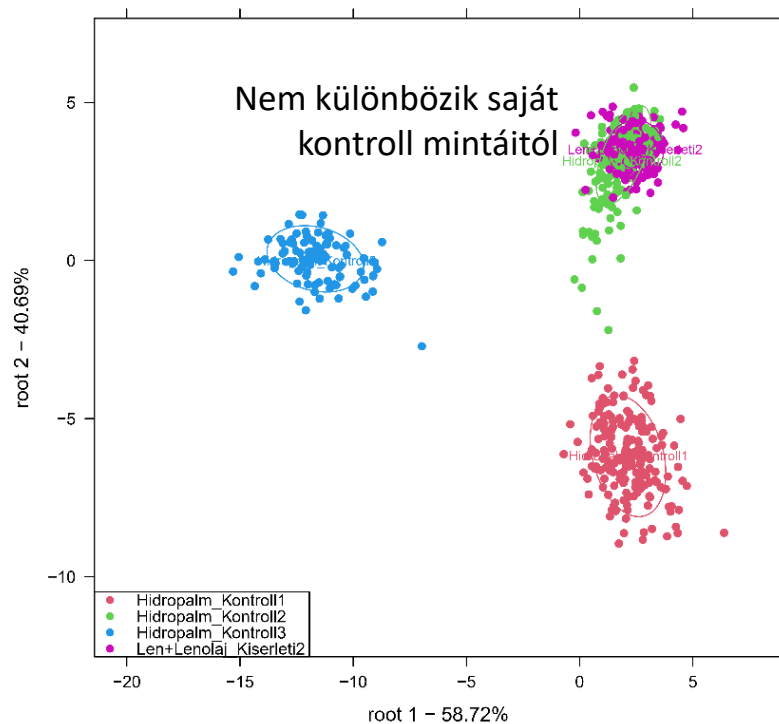
Kukoricaszilázs NIRS-alapú gyors minőségellenőrzése



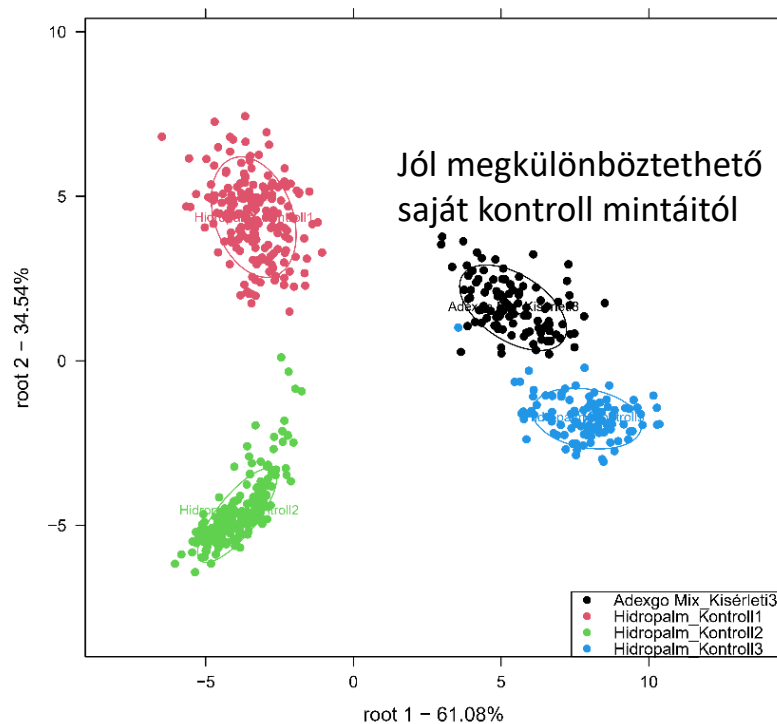
Takarmányból élelmiszer

NIRS vizsgálat az állati termékek (pl. sajt) minőségének/eredetének ellenőrzésére

Diszkriminancia Analízis, LV: 10 Experiment: Len olaj 2dr10
Grouping: Adalek, Samples: 646



Diszkriminancia Analízis, LV: 10 Experiment: Adexgo Mix 2dr10
Grouping: Adalek, Samples: 580



Az egyedi zsírsavak aránya/mennyisége nem becsülhető pontosan, de megbízható osztályozó modell fejleszthető az eltérő zsírsavösszetételű sajtok azonosítására.

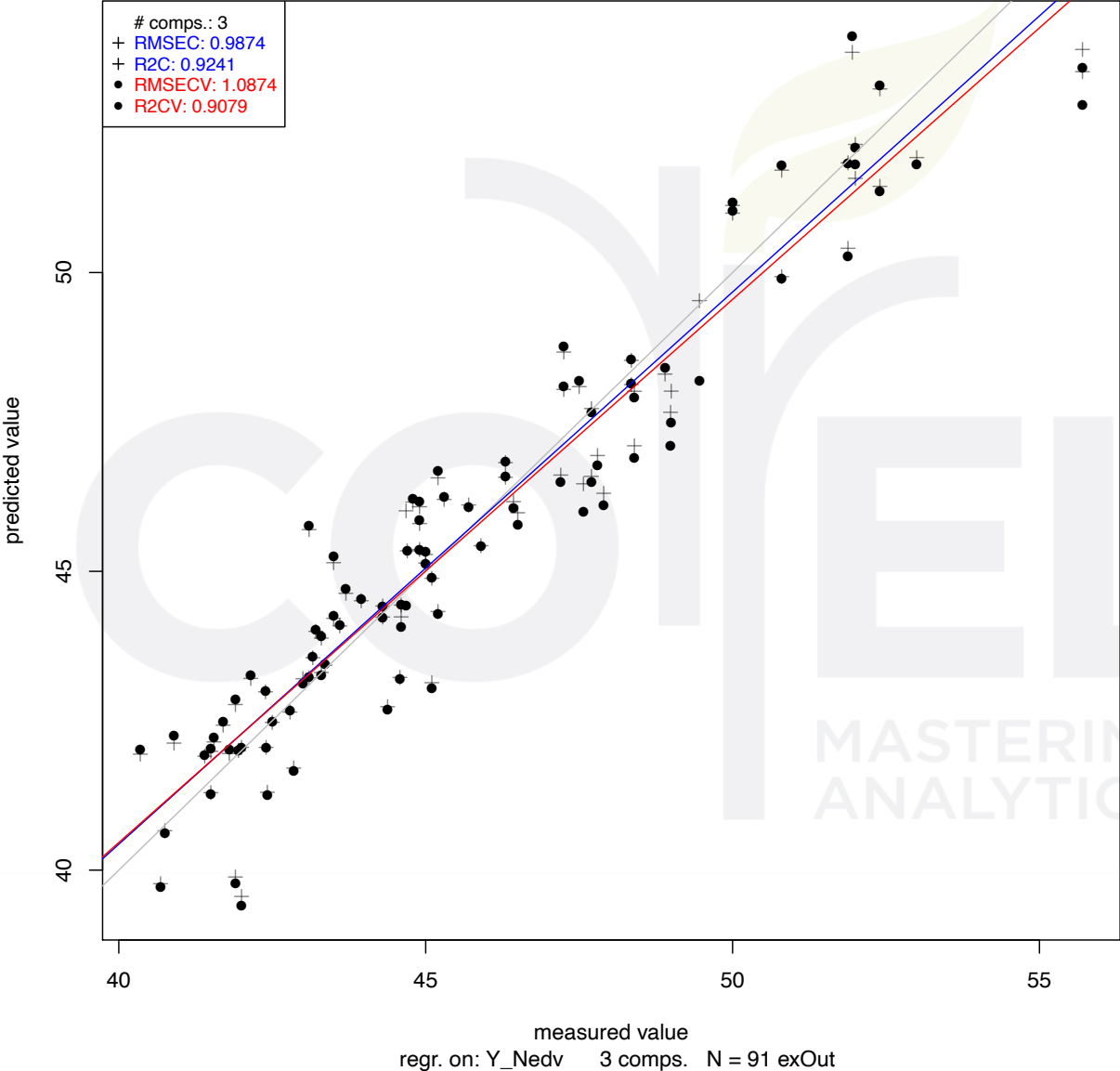
Jól ellenőrizhető a két kísérletben gyártott kezelt sajt minősége a kontroll termékekhez képest.

At-line nedvességtartalom-mérés

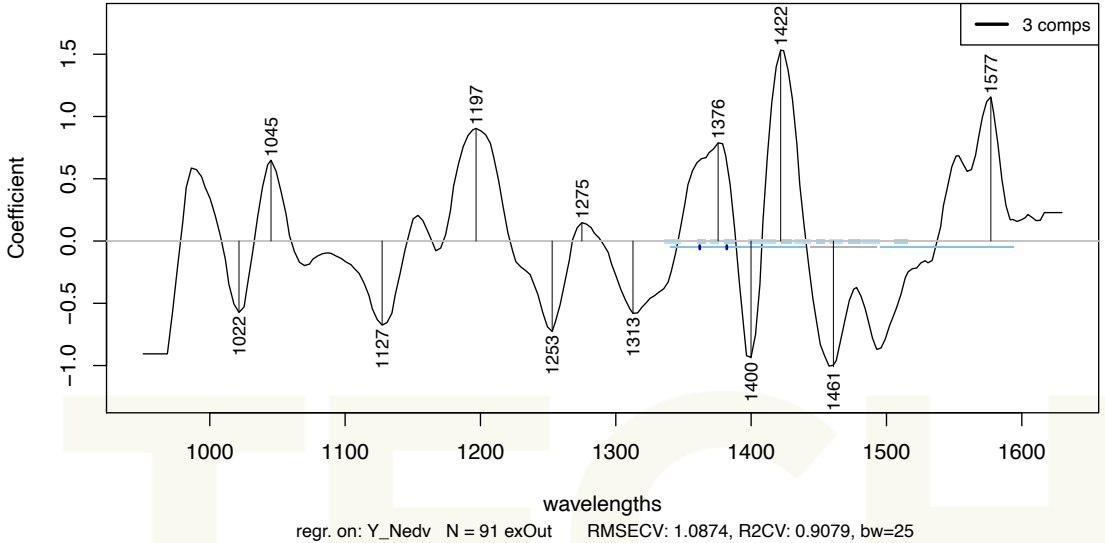


At-line nedvességtartalom-mérés

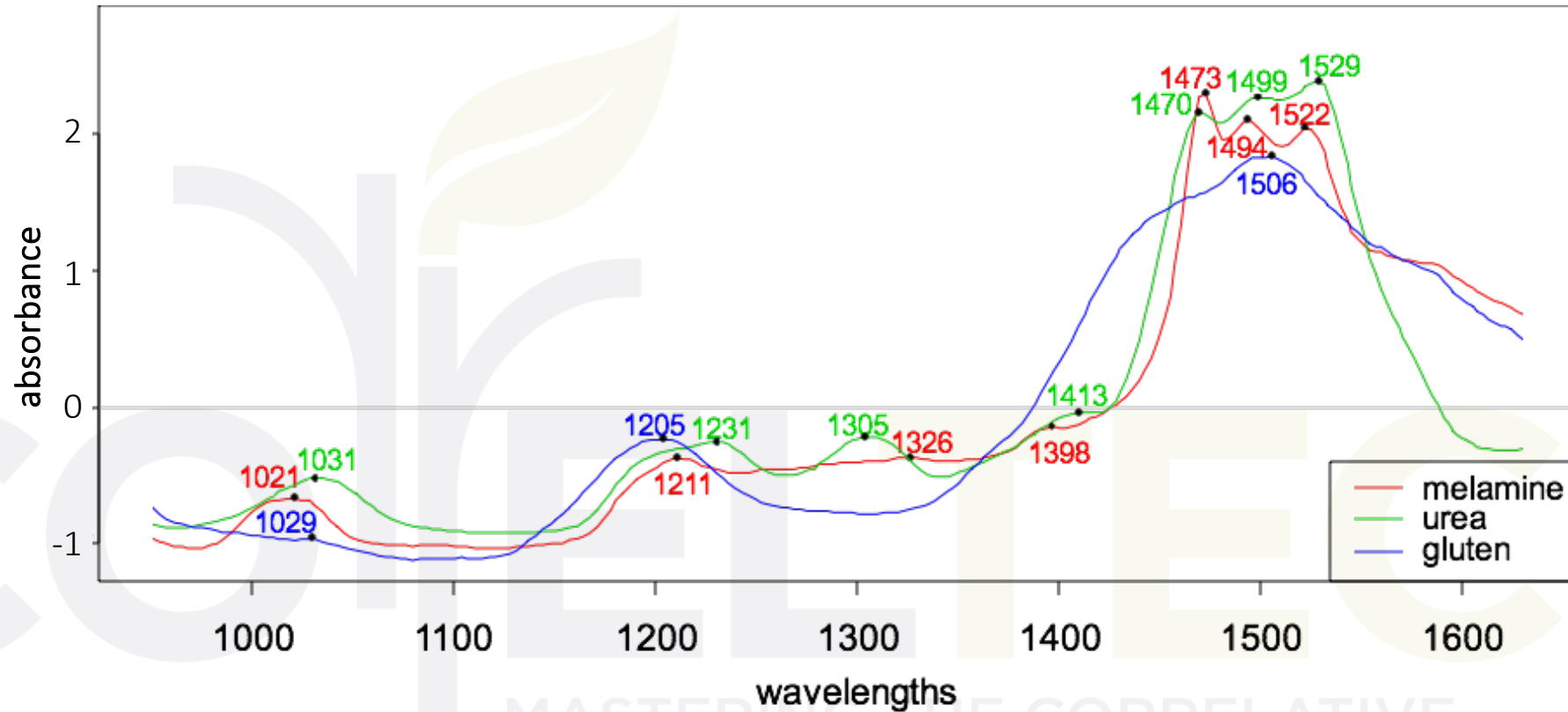
AllData all @950.8459-to-1629.6362 dpt:sgol@2-11-0,sgol@2-11-2,snv (valid. CV 81 by C_NSAMPLEID)



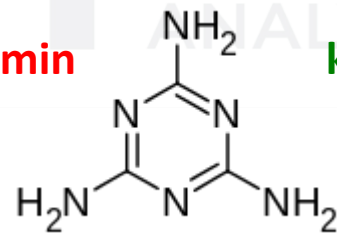
AllData all @950.8459-to-1629.6362 dpt:sgol@2-11-0,sgol@2-11-2,snv (valid. CV 81 by C_NSAMPLEID)



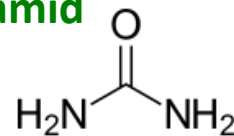
Melamin és karbamid kimutatása búzagluténban



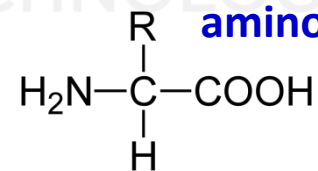
melamin



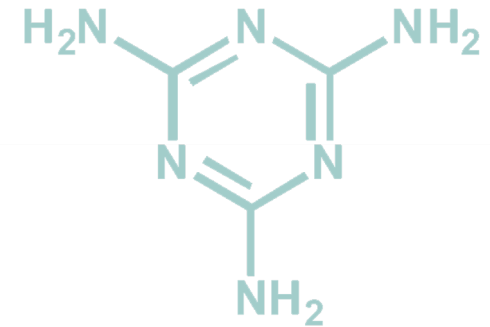
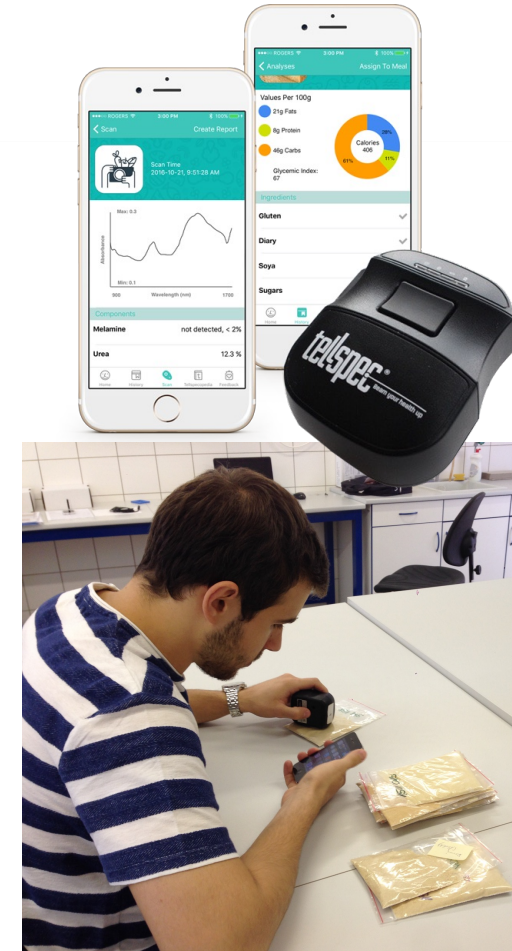
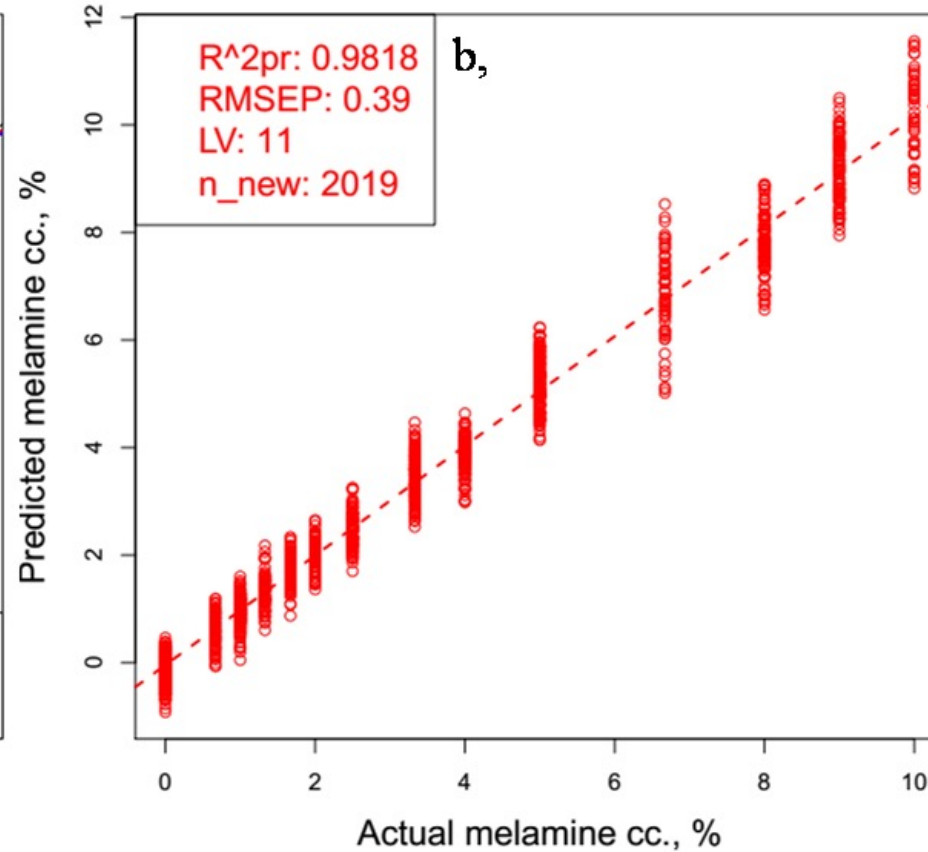
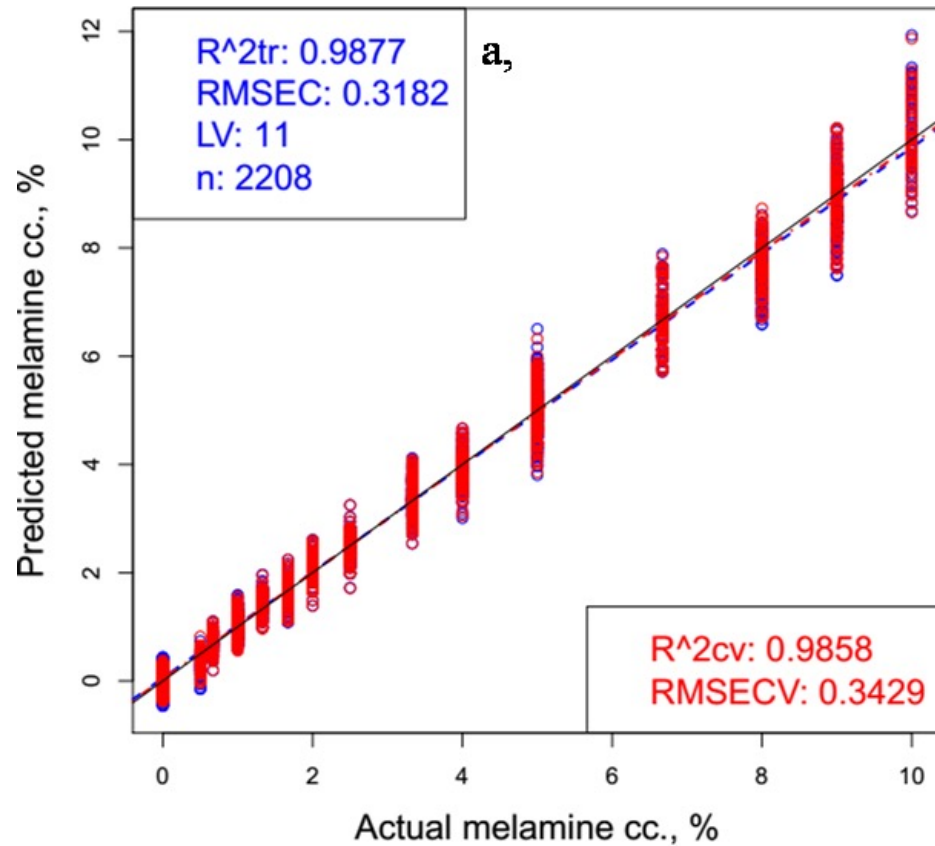
karbamid



aminosavak



Melamin és karbamid kimutatása búzagluténban



Article

Comparison of Multiple NIR Spectrometers for Detecting Low-Concentration Nitrogen-Based Adulteration in Protein Powders

Matyas Lukacs ¹, John-Lewis Zinia Zaukuu ² , George Bazar ³ , Bernhard Pollner ⁴ , Marietta Fodor ⁵  and Zoltan Kovacs ^{1,*} 

- ¹ Department of Food Measurement and Process Control, Institute of Food Science and Technology, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, 1118 Budapest, Hungary; lukacs.matyas.krisztian@phd.uni-mate.hu
 - ² Department of Food Science & Technology, Kwame Nkrumah University of Science & Technology, Kumasi-Ghana 00233, Ghana; zaukuu.jz@knust.edu.gh
 - ³ CORRELTECH Laboratory, ADEXGO Kft., 1222 Budapest, Hungary; bazar@agrilab.hu
 - ⁴ Independent Researcher, 6020 Innsbruck, Austria; bernhard.pollner@mac.com
 - ⁵ Department of Food and Analytical Chemistry, Institute of Food Science and Technology, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, 1118 Budapest, Hungary; fodor.marietta@uni-mate.hu
- * Correspondence: kovacs.zoltan.food@uni-mate.hu

Abstract: Protein adulteration is a common fraud in the food industry due to the high price of protein sources and their limited availability. Total nitrogen determination is the standard analytical technique for quality control, which is incapable of distinguishing between protein nitrogen and nitrogen from non-protein sources. Three benchtops and one handheld near-infrared spectrometer (NIRS) with different signal processing techniques (grating, Fourier transform, and MEM—micro-electro-mechanical system) were compared with detect adulteration in protein powders at low concentration levels. Whey, beef, and pea protein powders were mixed with a different combination and concentration of high nitrogen content compounds—namely melamine, urea, taurine, and glycine—resulting in a total of 819 samples. NIRS, combined with chemometric tools and various spectral preprocessing techniques, was used to predict adulterant concentrations, while the limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) were also assessed to further evaluate instrument performance. Out of all devices and measurement methods compared, the most accurate predictive models were built based on the dataset acquired with a grating benchtop spectrophotometer, reaching R²P values of 0.96 and proximating the 0.1% LOD for melamine and urea. Results imply the possibility of using NIRS combined with chemometrics as a generalized quality control tool for protein powders.

Keywords: near-infrared spectroscopy; chemometrics; food fraud; quality control; handheld NIRS; whey protein; melamine



Citation: Lukacs, M.; Zaukuu, J.-L.Z.; Bazar, G.; Pollner, B.; Fodor, M.; Kovacs, Z. Comparison of Multiple NIR Spectrometers for Detecting Low-Concentration Nitrogen-Based Adulteration in Protein Powders. *Molecules* **2024**, *29*, 781. <https://doi.org/10.3390/molecules29040781>

Academic Editors: Daniel Cozzolino and Stefano Materazzi

