



UNIVERZITET U
Kragujevcu
AGRONOMSKI FAKULTET U
ČAČKU



UNIVERSITY OF
Kragujevac
FACULTY OF
AGRONOMY
ČAČAK

XXIV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNİK RADOVA 1 -



Čačak, 15 - 16. Mart 2019. godine

XXIV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- Zbornik radova 1 -

ORGANIZATOR I IZDAVAČ

Univerzitet u Kragujevcu,
Agronomski fakultet u Čačku

Organizacioni odbor

Prof. dr Goran Dugalić, prof. dr Biljana Veljković, prof. dr Ljiljana Bošković-Rakočević, prof. dr Drago Milošević, dr Nikola Bokan, dr Milun Petrović, dr Milan Nikolić, dr Ranko Koprivica, dipl. inž. Miloš Petrović

Programski odbor

Prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković, prof. dr Radojica Đoković, prof. dr Milena Đurić, prof. dr Milomirka Madić, prof. dr Leka Mandić, prof. dr Drago Milošević, prof. dr Tomo Milošević, prof. dr Aleksandar Paunović, prof. dr Lenka Ribić-Zelenović, prof. dr Vladeta Stevović, prof. dr Gordana Šekularac, dr Vladimir Kurćubić, vanredni profesor, dr Goran Marković, vanredni profesor, dr Pavle Mašković, vanredni profesor, dr Gorica Paunović, vanredni profesor, dr Snežana Tanasković, vanredni profesor, dr Tomislav Trišović, vanredni profesor, dr Milan Lukić, naučni saradnik, prof. dr Mlađan Garić

Tehnički urednici

Dr Milun Petrović, dipl.inž. Miloš Petrović, dipl.inž. Dušan Marković

Tiraž: 180 primeraka

Štampa

Grafička radnja stamparija Bajić, V. Ignjatovića 12, Trbušani, Čačak
Godina izdavanja, 2019

PREDGOVOR

Promene koje se ubrzano dešavaju na globalnom i lokalnom nivou od naučnih, klimatskih, ekonomskih pa do političkih podstiču potrebu da proučimo njihov uticaj na živi svet i na jednu od najvažnijih ljudskih delatnosti - proizvodnju hrane.

Naša poljoprivreda, naše selo, naši poljoprivredni proizvođači nisu danas ono što su i pre trideset, četrdeset ili manje godina bili, srpsko selo se danas više nego ikad ubrzano i u hodu menja. Poljoprivredna nauka mora preuzeti deo odgovornosti u pogledu proizvodnje dovoljne količine kvalitetne hrane za ljudsku ishranu jer prolaze vremena kada se za svaku lošu žetvu traže opravdanja u klimi.

Sa ciljem da budemo u toku određenih zbivanja, kao i da sami svojim rezultatima utičemo na razvoj poljoprivrede i njenih pratećih delatnosti osim kroz edukaciju studenata, Agronomski fakultet u Čačku organizuje i Savetovanje o biotehnologiji.

Osnovni cilj Savetovanja je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja, domaćih i inostranih naučnika iz oblasti osnovne poljoprivredne proizvodnje i prerade i zaštite životne sredine. Na taj način fakultet nastoji da omogući direktan prenos naučnih rezultata široj proizvodnoj praksi, pa pored naučnih radnika, agronoma, tehnologa, na ovogodišnjem Savetovanju biće i značajan broj poljoprivrednih proizvođača, stručnih savetodavaca, nastavnika, itd.

U Zborniku radova XXIV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, predstavljeno je ukupno 126 radova iz oblasti Ratarstva, Povrtarstva i Krmnog bilja, Voćarstva i vinogradarstva, Zootehnike, Zaštite bilja, proizvoda i životne sredine i Prehrambene tehnologije.

Pokrovitelj za XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a materijalnu i organizacionu podršku su nam pružili grad Čačak, privrednici, dugogodišnji prijatelji Agronomskog fakulteta, kojima se i ovim putem zahvaljujemo.

Kolektivu Agronomskog fakulteta, takođe dugujemo zahvalnost, jer su i ovaj put radnici svih struktura, svako na svoj način, doprineli realizaciji još jednog Savetovanja.

U Čačku, marta 2019. godine

Programski i Organizacioni odbor
XXIV Savetovanja o biotehnologiji

KALIBRACIONI MODEL ZA BLISKU INFRACRVENU SPEKTROSKOPIJU (NIRS) ZA PROCENU SASTAVA STOČNOG GRAŠKA (*PISUM SATIVUM* L.)

Ana Uhlarik¹, Marina Čeran¹, Dalibor Živanov¹, Vuk Đorđević¹, Đura Karagić¹, Vojislav Mihailović¹, Anja Dolapčev¹

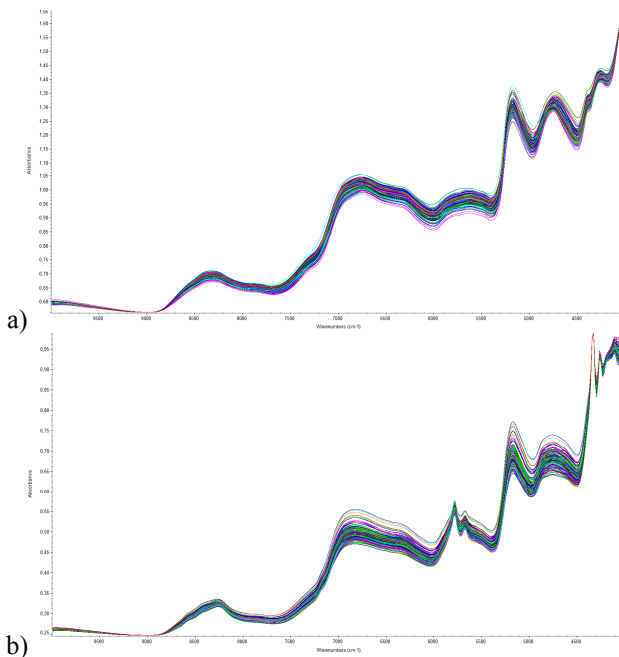
Izvod: Bliska infracrvena spektroskopija (NIRS) se koristi za analizu hemijskih svojstava poljoprivrednih proizvoda bez prethodne pripreme uzorka. U ovom radu razvijen je kalibracioni model za merenje proteina i vlage za celo zrno i brašno stočnog graška. Dobijeni spektri obrađeni su kombinovanjem matematičkih modela (PLSR, MSC, prvog i drugog izvoda) i računate kalibracione greške. Greške pri merenju vlage celog zrna su u granicama (od -0,8 do 0,8) i brašna (od -0,7 do 0,8); pri merenju proteina celog zrna greške su (od -1,6 do 1,8) i brašna (od -2 do 2). Ovim ispitivanjem se dokazalo da je moguće odrediti količine proteina i vlage pomoću NIRS metode a dobijene greške se tolerišu i kalibracioni model je primenljiv u praksi.

Ključne reči: kalibracija, NIRS, protein, stočni grašak

Uvod

Bliska infracrvena spektroskopija (NIRS) poznata je kao sredstvo za analizu hemijskih i fizičkih svojstava bez prethodne pripreme uzorka, i primenjuje se za analizu sastava hrane i poljoprivrednih proizvoda. Veliki broj analitičkih metodologija zasnovanih na bliskoj infracrvenoj spektroskopiji su se već pokazali kao tehnika za bezbedno i brzo rešavanje različitih problema pri određivanju sadržaja proteina, vlažnosti, sadržaja ugljenih hidrata i masti u različitim vrstama hrane (Williams & Norris, 2001). Suština NIRS analize je u izlaganju materijala bliskom infracrvenom zračenju, prilikom čega dolazi do refleksije i apsorpcije zraka od strane različitih organskih sastojaka. NIR spektar se grafički prikazuje kao zavisnost logaritma recipročne vrednosti refleksije elektromagnetnog zračenja od talasne dužine, a izgleda kao talasasta linija koja se sastoji od više preklapljenih spektara (Slika 1). Za analizu krive spektara i kalibraciju rezultata skeniranja za određenu organsku materiju, koriste se složene matematičke metode koje povezuju poznate referentne vrednosti sa spektralnim karakteristikama uzorka.

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
(ana.uhlarik@nsseme)



Slika 1: Neobrađeni spektar: a) celog zrna graška i b) graškovog brašna
 Picture 1: Raw spectrum of: a) whole pea seed; b) pea flour

Stočni grašak (*Pisum sativum* L.) je jednogodišnja biljna vrsta iz familije *Fabaceae*, veoma zastupljena u proizvodnji stočne hrane zbog visokog sadržaja proteina u semenu. Količina i sastav proteina u semenu varira i zavisi, kako od genotipa, tako i od godine proizvodnje, lokaliteta i uticaja biotičkog i abiotičkog stresa. Razlike u količini proteina kreću se i do 10%.

Udeo vlage u suvom semenu graška je komponenta koja najviše varira i zavisi od načina i dužine skladištenja. Suvo seme je podložno upijanju vlage iz okolnog vazduha, što dalje utiče na sâm kvalitet semena i njegovu dalju upotrebu.

Za procenu količine proteina u stočnom grašku generalno se koriste metode kao što su Kjeldalova metoda ili metoda spaljivanja uzorka. Uzorak semena koji se koristi za analizu mora biti prethodno pripremljen. Ovaj metod analize, iako standardizovan i prihvaćen, oduzima dosta vremena i finansijskih sredstava, pa ne deluje praktično kada je neophodno analizirati veliku količinu uzoraka. Metodi zasnovani na bliskoj infracrvenoj spektroskopiji značajno smanjuju troškove ispitivanja, ne zahtevaju upotrebu hemikalija, ni pripremu uzoraka za ispitivanje, a pri tom značajno skraćuju vreme. Takođe, uzorci nakon analize ovom metodom ostaju netaknuti i čuvaju se za dalju upotrebu, što je značajno kada ima malo oplemenjivačkog materijala, tako da je razumljiva pojava da NIRS u sve većoj meri zamenjuje tradicionalne hemijske analitičke metode kako u industrijskoj, tako i u laboratorijskoj praksi. Preduslov primene NIRS metoda je postojanje odgovarajućeg kalibracionog modela na osnovu kojeg se spektralne karakteristike ispitivanog uzorka dovode u vezu sa sadržajem

sastojaka od interesa. Za razvijanje kalibracionog modela neophodno je da su poznate referentne vrednosti sastojaka koji se ispituju i odgovarajući softver za razvijanje kalibracione krive.

Cilj ovog rada je da se dobije što precizniji kalibracioni model kako bi se olakšalo i ubrzalo određivanje vlage i proteina u semenu stočnog graška.

Materijal i metode rada

Za razvijanje kalibracionog modela za analizu komponenti stočnog graška korišćeno je 196 uzoraka graška različitih genotipova, stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Radi dobijanja što preciznijih rezultata, kalibracija je urađena posebno sa celim zrnom graška a posebno sa brašnom. Za uzorke sa celim zrnom korišćeno je 150 g suvog dorađenog semena graška bez primesa, a uzorci sa brašnom, od 20 g, su prethodno fino samleveni u laboratorijskom mlinu, sipani u providne kesice i tako skenirani. Kao referentne vrednosti vlage i proteina, korišćeni su rezultati laboratorijskih analiza sprovedenih u Laboratoriji za zemljište i agroekologiju u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Analiza vlage urađena je gravimetrijskim metodom, a sadržaj proteina određen je CNS elementarnom analizom potpunog spaljivanja uzorka. Prema laboratorijskim rezultatima, od 196 uzoraka stočnog graška, 13 uzoraka je imalo manje od 20% proteina, 15 uzoraka je imalo preko 25% proteina, dok su ostali uzorci imali između 20% i 25% proteina. Procenat vlage iznosio je od 7% do 9% za većinu uzoraka, izuzev za 30, koji su imali preko 10% vlage. Za skeniranje uzoraka korišćen je NIRS spektrometar sa Furijevom transformacijom (FT-NIRS) tipa Antaris II Thermo Scientific, a obrada podataka i kalibracija urađena je pomoću OMNIC™ softvera.

Sušтина razvijanja kalibracionog modela je u uklanjanju grešaka koje nastaju prilikom skeniranja uzorka a koje se povećavaju što je uzorak heterogeniji. Određivanje količine materije u skeniranom uzorku se zasniva na merenju energije odbijenog/propuštenog zračenja ispitivanog materijala. Za matematičku obradu NIR spektara korišćen je OMNIC™ softver i pomoću njega su uklonjene sve smetnje (šumovi) prilikom skeniranja i svi uzorci koji iz nekog razloga odstupaju (outlieri). Matematički modeli koji su korišćeni za svaku kalibraciju su zasnovani na računanju regresije parcijalnih najmanjih kvadrata (PLSR), multiplikativnoj korekciji rasipanja (MSC) i algoritmima za glačanje spektra, koji pojačavaju vidljivost relativnih širina i dužina spektralnih linija. Najpoznatiji algoritam za glačanje spektara je algoritam Savitsky-Golay (Savitsky, 1964). Drugi algoritam korišćen u OMNIC softveru je algoritam po Norisu (Norris, 1994). Glačanje spektara se radi na principu zamene vrednosti spektra oštećenog smetnjama (šumovima) koje nastaju tokom skeniranja, vrednošću lokalnog proseka okolnih tačaka podataka. Zamenjene vrednosti su u određenim granicama zadatim u datom algoritmu. Takođe, korišćen je i metod derivatizacije. Metod derivatizacije spektara se koristi u NIR spektroskopiji kao metod prethodne obrade spektara u cilju rešavanja preklapanja pikova odnosno povećanja rezolucije, kao i u cilju eliminisanja apsorpcije matriksa ispitivanog materijala (Zeaiter i sar., 2005; Workman, 2008). Zbog toga se NIR spektar poljoprivrednih proizvoda često prikazuje u svom izvedenom (derivacionom) obliku (Hruschka, 1987; Shenk i sar.,

2008). Na osnovu izgleda modela prilikom kalibracije i u zavisnosti od korišćenih navedenih proračuna, korišćen je prvi ili drugi izvod. Suština kalibracije je u pravljenju modela sa što manjom greškom kalibracije. Kalibraciona greška je ocenjivana pomoću standardne greške kalibracije (RMSEC) a računata po formuli:

$$RMSEC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{ref} - y_{NIRS})^2}{n}}$$

gde je: y_{ref} merenje referentnog laboratorijskog metoda za i -ti uzorak, y_{NIRS} NIRS merenje za i -ti uzorak a n broj uzoraka.

Rezultati istraživanja i diskusija

NIRS uređaj je skenirao svaki uzorak u tri rezolucije (8, 16 i 32 cm^{-1}) za svaku od praćenih komponenti. Nakon kalibracije u sve tri rezolucije i analiziranja dobijenih rezultata, prihvaćena je rezolucija od 32 cm^{-1} , koja je nakon toga ubačena u konačni kalibracioni model.

Spektri stočnog graška snimani su u regionu od 3999 do 9999 nm i kalibracija je pravljena na osnovu celog spektra. Napravljene su kalibracione krive za vlagu i za protein, posebno za celo zrno i za brašno. Zbog heterogenosti uzorka nemoguće je dobiti vrednosti identične laboratorijskim. Za sve navedene kalibracije korišćeni su regresija parcijalnih najmanjih kvadrata (PLSR) i multiplikativna korekcija rasipanja (MSC) a u zavisnosti od izgleda spektra, korišćen je prvi ili drugi izvod.

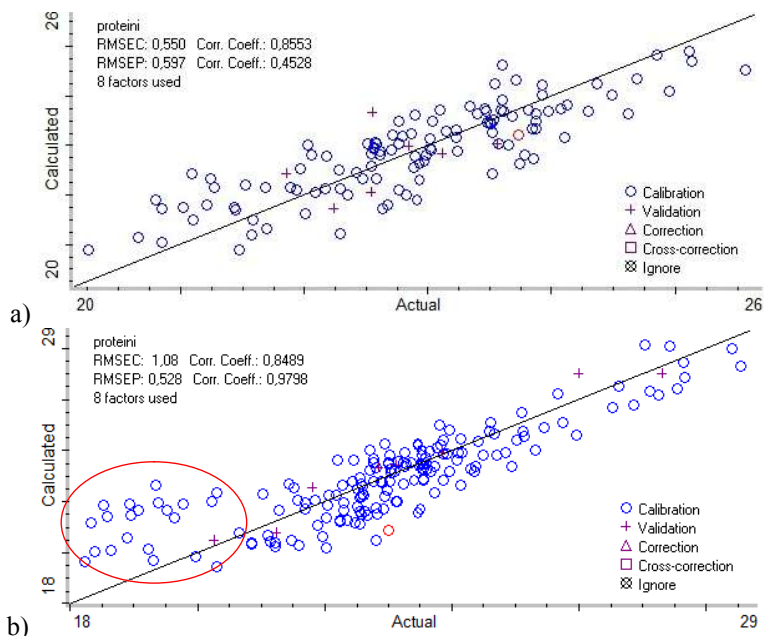
Za kalibracionu krivu vlage celog zrna stočnog graška korišćen je drugi izvod spektra i algoritam za glačanje po Norrisu (granice 7 i 5), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-0,8 do 0,8).

Za kalibracionu krivu vlage brašna korišćen je takođe drugi izvod spektara i algoritam za glačanje po Norrisu (granice 5 i 5), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-0,7 do 0,8).

Za kalibracionu krivu proteina celog zrna korišćen je drugi izvod spektara i algoritam za glačanje po Savytskom i Golayu (granice 7 i 3), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-1,6 do 1,8).

Za kalibracionu krivu proteina brašna korišćen je prvi izvod spektara i algoritam za glačanje po Norrisu (granice 5 i 5), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-2 do 2).

Razlika između dobro i loše napravljene kalibracione krive (Slika 2) je u tome što su manja odstupanja i kalibraciona greška (RMSEC), a što zavisi od korišćenih izvoda i logaritama za glačanje spektara.



Slika 2: Kalibraciona kriva za protein: a) dobra i b) loša
 Picture 2: Calibration curve for protein: a) good and b) bad

Prosečne vrednosti rezultata kalibracije stočnog graška za celo zrno, brašno kao i laboratorijske vrednosti date su u Tabeli 1. Rezultati laboratorijskih analiza graška pokazuju da vrednosti vlage i proteina variraju. Dobijena količina proteina kod niskoproteinskog graška iznosi 18,33% dok kod visokoproteinskog graška količina proteina iznosi 28,53%, što dovodi do velikog intervala variranja (10,2%). Što se tiče procenta vlage, ona nema toliko izražen interval variranja kao protein (6,12%). Ono što otežava razvijanje kalibracionog modela je mali broj uzoraka sličnih po vrednostima, što je ovde slučaj, pa su vrednosti uzoraka sa izuzetno niskim i izuzetno visokim sadržajem proteina dobijeni u granicama kalibracionih grešaka (od -1,6 do 1,8 i od -2 do 2). U tom slučaju, dobijene vrednosti za najniže količine proteina iznosile su 21,83% za celo zrno i 21,52% za brašno, a najviše vrednosti iznosile su 29,63% za celo zrno i 30,35% za brašno. Kod rezultata analize vlage, razlike su manje izražene zbog manjih variranja u početnim rezultatima.

Vrednosti kalibracionih grešaka i odstupanja od laboratorijskih rezultata za celo zrno i za brašno stočnog graška, za protein i vlagu date su u Tabeli 2. RMSEC za protein u celom zrnu graška iznosila je 0,55 dok je u brašnu iznosila 0,57. RMSEC vrednost za vlagu u celom zrnu iznosila je 0,26 a u brašnu 0,25. S obzirom na manja variranja u vrednostima vlage, moguće je bilo napraviti kalibracioni model sa manjom kalibracionom greškom u odnosu na model za protein. Prema rezultatima Flinn i sar. (1998), kalibracioni rezultati za brašno su generalno bolji ako se koriste za određivanje hemijskog sastava uzorka, što za određivanje ukupne količine proteina nije neophodno. Sveukupni dobijeni rezultati i vrednosti kalibracionih grešaka su približni i za brašno i

za celo zrno pa se oba kalibraciona modela mogu prihvatiti. Upoređujući dobijene rezultate kalibracije za protein sa Velasco i sar. (2001) čija se kalibraciona greška kreće od (0,81 do 0,86), dobijeni rezultati kalibracione greške od 0,55 za celo zrno, odn. 0,57 za brašno se mogu koristiti u praksi.

Tabela 1: Rezultati laboratorijskih analiza i kalibracije za celo zrno i brašno stočnog graška

Table 1: Results of laboratory analysis and calibration of forage pea seed and pea flour

Komponenta <i>Component</i>	Rezultat <i>Result</i>	Min <i>Min</i>	Srednje <i>Mean</i>	Maks <i>Max</i>	Stand. Greška <i>St.Error</i>	Stand. Dev. <i>St.Dev</i>	Koef. Varijacije Coef. Var.	Int. Var. <i>Variation Interval</i>
Vlaga <i>Moisture</i>	Laboratorija <i>Laboratory</i>	6,98	8,64	13,10	0,09	1,29	14,91	6,12
	Celo zrno <i>Whole seed</i>	6,85	8,69	13,83	0,10	1,43	16,5	6,98
	Brašno <i>Flour</i>	7,19	8,57	12,41	0,07	1,03	12,00	5,22
Proteini <i>Proteins</i>	Laboratorija <i>Laboratory</i>	18,33	23,19	28,53	0,14	1,95	8,39	10,2
	Celo zrno <i>Whole seed</i>	21,83	25,12	29,63	0,09	1,33	5,28	7,80
	Brašno <i>Flour</i>	21,52	25,47	30,35	0,12	1,66	6,51	8,84

Tabela 2: Kalibracione greške i odstupanja od laboratorijskih vrednosti
Table 2: Calibration errors and deviations from laboratory results

RMSEC				
Kalibracija <i>Calibration</i>	Vlaga celog zrna graška <i>Moisture in whole pea seed</i>	Vlaga brašna graška <i>Moisture in pea flour</i>	Protein celog zrna graška <i>Protein in whole pea seed</i>	Protein brašna graška <i>Protein in pea flour</i>
Dobra <i>Good</i>	0,26	0,25	0,55	0,57
Loša <i>Bad</i>	0,33	0,41	0,88	1,08
Odstupanje <i>Deviation</i>				
Dobra <i>Good</i>	(-0,8) – (0,8)	(-0,7) – (0,8)	(-1,6) – (1,8)	(-2) – (2)
Loša <i>Bad</i>	(-1) - (0,9)	(-0,9) – (0,9)	(-2,2) - (2)	(-2,6) – (2,7)

Zaključak

Ovim ispitivanjem se dokazalo da je moguće odrediti količine proteina i vlage u semenu stočnog graška pomoću NIRS metode. S obzirom na veliko variranje količine proteina u stočnom grašku, dobijene kalibracione greške se tolerišu i NIRS kalibracioni model je primenjiv u praksi. Pošto se kalibracioni model razvio sa ciljem da se olakša analiziranje proteina i sačuvaju uzorci, a na osnovu dobijenih sličnosti u rezultatima između celog zrna i brašna, može se prihvatiti i koristiti kalibracioni model za celo zrno. Korišćenjem dobijenog kalibracionog modela za celo zrno graška, omogućiće se jednostavnije i brže izvođenje merenja, bez prethodne pripreme uzorka semena.

Literatura

- Flinn, P. C., Black, R. G. Lyer, L., Brouwer, J. B., Meares, C. (1998). Estimating the food processing characteristics of pulses by near infrared spectroscopy, using ground or whole samples, *J.Near Infrared Spectrosc.* 6 (1998) 213–220.
- Hruschka, W. R. (1987). Data analysis: Wavelength selection methods. In P. Williams, & K. Norris, *Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*, (pp. 35-55). St. Paul: American Association of Cereal Chemists.
- Kuenstner, J.T., Norris, K.H. (1994). Spectrophotometry of human haemoglobin in the near infrared region from 1000 to 2500 nm, *J. Near Infrared Spectrosc.* 2 (2), 59 (1994). doi: 10.1255/jnirs.32
- Savitzky, A., & Golay, M. J. E. (1964). Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. *Analytical Chemistry*, 36, 1627-1639.
- Shenk, J. S., Workman, J. J. & Westerhaus, M. O. (2008). Application of NIR spectroscopy to agricultural products. In D. A. Burns, & E. W. Ciurczak, *Handbook of Near-Infrared Analysis*, (pp. 347-386). Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Velasco, L., Möllers, C. (2001). Nondestructive assessment of protein content in single seeds of rapeseed (*Brassica napus* L.) by near-infrared reflectance spectroscopy, *Euphytica* 123: 89–93, 2002. Kluwer Academic Publishers. Netherlands
- Williams, P, Norris, K. (2001). Near infrared technology in the agricultural and food industries, 2nd ed., American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN, US
- Workman, J. J. (2008). NIR Spectroscopy Calibration Basics. In D. A. Burns, & E. W. Ciurczak, *Handbook of Near-Infrared Analysis*, (pp. 123-150). Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Zeaiter, M., Roger, J.-M., & Bellon-Maurel V. (2005). Robustness of models developed by multivariate calibration. Part II: The influence of pre-processing methods. *Trends in Analytical Chemistry*, 24, 437-444.

CALIBRATION MODEL FOR NEAR INFRARED SPECTROSCOPY (NIRS) FOR ASSESSMENT OF FORAGE PEA (*PISUM SATIVUM* L.) COMPOSITION

Ana Uhlarik¹, Marina Čeran¹, Dalibor Živanov¹, Vuk Đorđević¹, Đura Karagić¹, Vojislav Mihailović¹, Anja Dolapčev¹

Abstract

Near infrared spectroscopy (NIRS) is used to analyze the chemical properties of agricultural products with no sample preparation. In this paper, a calibration model was developed to measure protein and moisture of forage pea in the whole seed and flour. The obtained spectra were processed by combining mathematical models (PLSR, MSC, first and second derivative) and calculating calibration errors. Measuring errors of the whole seed moisture are from (-0.8 to 0.8) and flour from (-0.7 to 0.8); measuring errors of the whole seed protein are from (-1.6 to 1.8) and flour from (-2 to 2). This test proves the possibility to determine protein and moisture via NIRS, errors are tolerated and the calibration model is applicable.

Key words: calibration, forage pea, NIRS, protein

CIP- Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије

63(082)
606:63(082)

САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (24 ; 2019 ; Чачак)

Zbornik radova. 1 / XXIV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16. mart 2019. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku = [organized by] University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak. - Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2019 (Čačak : Bajić). - 481 str. : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 180. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-87611-63-4
ISBN 978-86-87611-69-6 (niz)

1. Агрономски факултет (Чачак)

- a) Пољопривреда - Зборници
- b) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 274575372