

# Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop

15. – 16. studeni 2017.

Probavljivost škroba: kako se mjeri,  
izvještava, i koristi

Ralph Ward, Predsjednik uprave  
Cumberland Valley Analytical Services



# Uvod

---

- Cumberland Valley Analytical Services je laboratorij za analizu voluminoze i hrane za životinje.
- Ja nisam formalni istraživač ili znanstvenik.
- Iskustvo laboratorijske analize hrane povezano s primjenom u hranidbi mlijecnih krava.



# Ključne točke

---

- Rekapitulacija uzorkovanja
- Odnosi kukuruzne silaže i škroba
- Izazov probavljivosti škroba (StarchD)
- Koncepti probavljivosti škroba
- Kako upravljati kakrakterizacijom probavljivosti škroba





CVAS-ov novi objekt namijenjen  
analiziranju stočne hrane i voluminoze  
(33,000 sq. ft.).



# Molimo da nas posjetite!

Waynesboro, PA (Just off Rt. 81 at the PA / MD line)

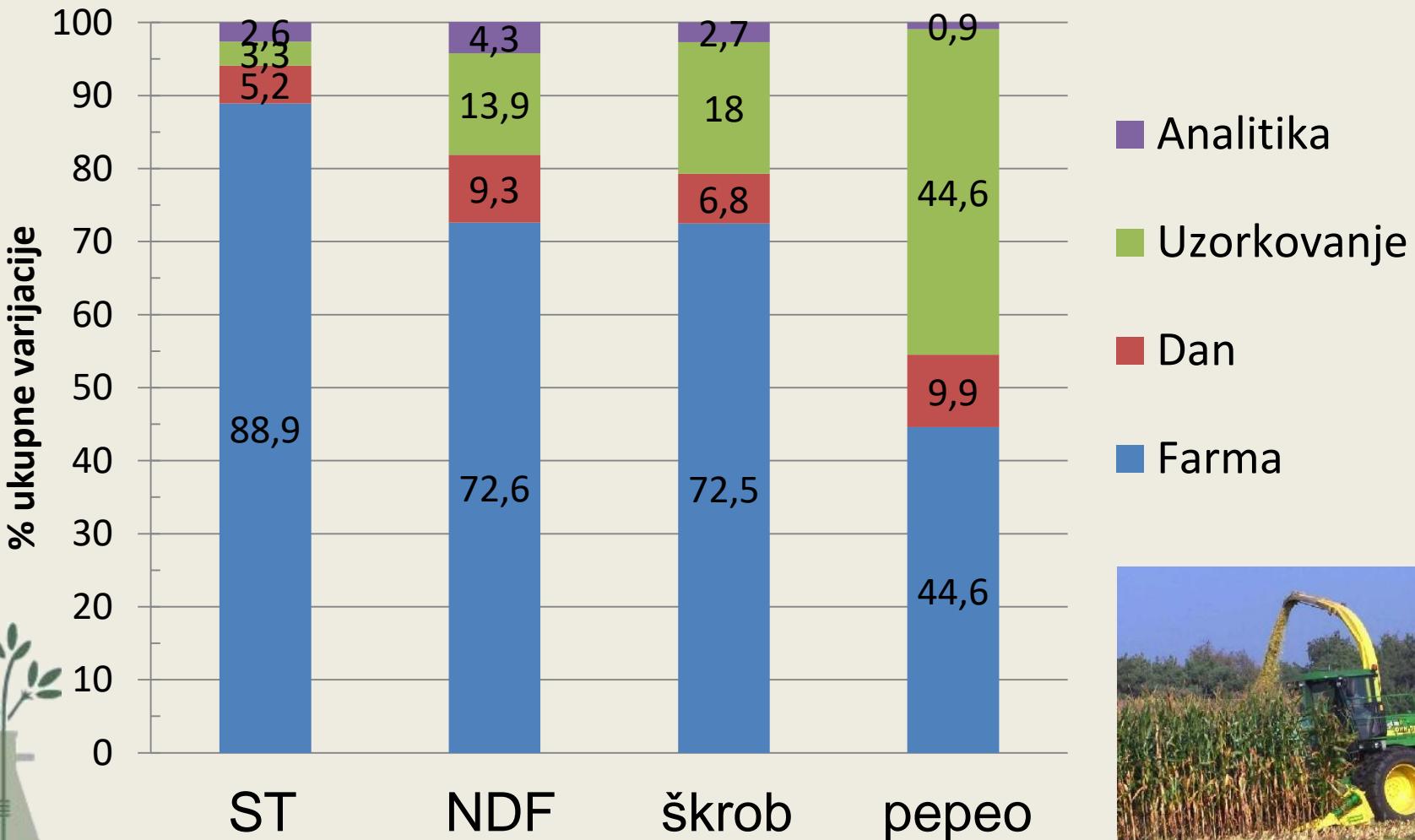


# Razmatranja škroba

---

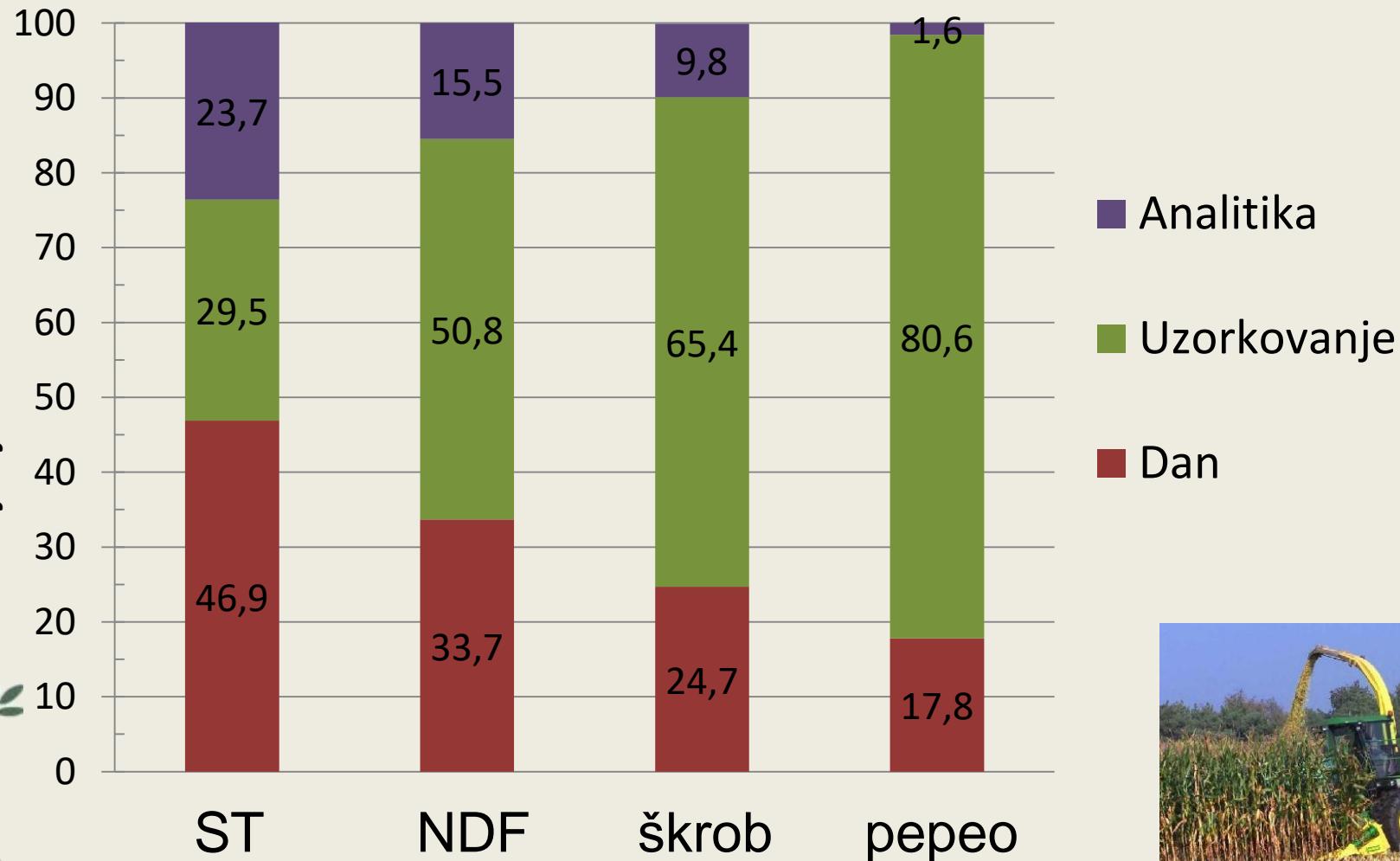


# Kukuruzna silaža: Najveći je izvor varijacija između farmi



# Varijacije unutar farme

## Kukuruzna silaža kroz 14 dana



# Projekt uzorkovanja

---

- Cilj je vrednovati pristup “duplog uzorka” kod uzorkovanja kukuruzne silaže.
- Koncept je uzeti dva potpuno različita uzorka materijala i poslati ih na procijenu varijacije uzorkovanja kao komponente ukupne varijacije.
- Ne može se uzeti uzorak i podijeliti ga, mora se uzeti dva potpuno različita uzorka koristeći istu tehniku.



# Projekt uzorkovanja

---

- Smjernice projekta:
  - Uzmite jedan primjerak pisanih upute na izlasku.
  - Moguće je uzorkovati kukuruznu silažu na jednoj farmi.
  - Koristite dobru tehniku, ali nemojte previše odstupati od vaše uobičajene procedure uzorkovanja. Napravite dva potpuno različita uzorkovanja.
  - Napunite vrećicu sa zatvaračem do pola ili dvije trećine volumena.
  - Označite kao “projekt dvostrukog uzorka” i pošaljite uz dokumentaciju.



# Projekt uzorkovanja

---

- Smjernice projekta:
  - Uzorci unutar projekta trebaju biti poslani do 12. prosinca.
  - Uzorci će biti obrađeni kao duplikati kod CVAS, osušeni i usitnjeni kompletni uzorci da bi se minimizirala varijacija laboratorijskog uzorka.
  - Uzorci će trebati oko 1 dan dulju obradu zbog modificirane laboratorijske procedure.
  - Izvještaj o projektu biti će poslan putem e-maila svim sudionicima.
  - **Dupli (drugi) uzorak će biti bez naplate.**



# NIR ispitivanje škroba

## CVAS kalibracijska statistika

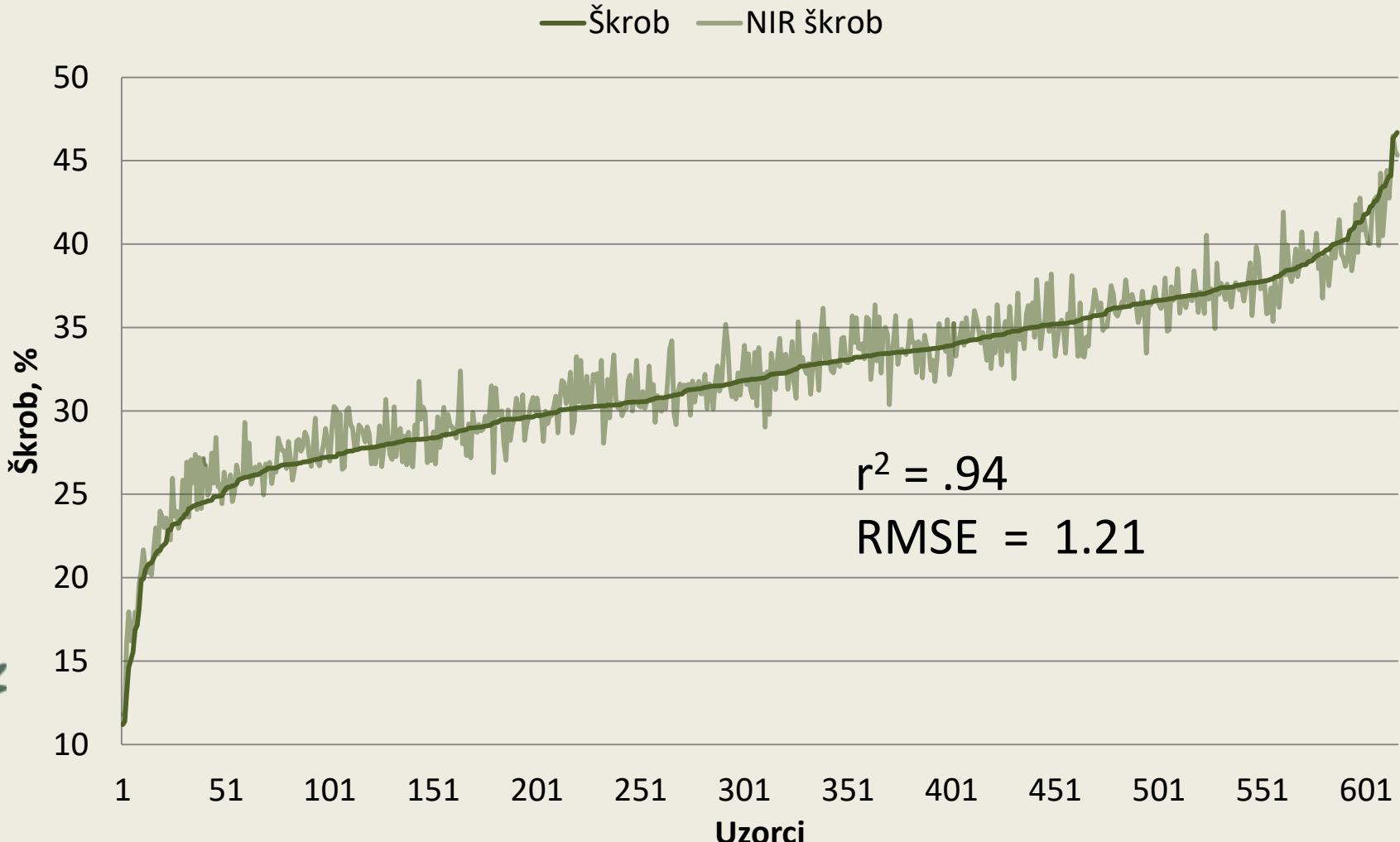
---

	N	Srednja vrijednost	RSQ	SEC
Kukuruzna silaža	1677	28.1 %	.98	1.01
Zrno kukuruza	1302	71.2 %	.99	.45



# Usporedba škroba kemijskom i NIR analizom

---



# Modeliranje sadržaja škroba u kukuruznoj silaži

---

- Modeliranje na bazi SP, NDF, pepeo
  - 2718 uzoraka
  - $R^2$ : .81
  - RMSE: 2.71
  - Jednačba:  
$$\text{Škrob} = 89.4 - 1.48(\text{SP}) - 1.03(\text{aNDF}) - .678(\text{pepeo})$$

# Modeliranje sadržaja škroba u kukuruznoj silaži

---

- Modeliranje na bazi SP, NDF, topivih vlakana, pepela, masti, šećera, mlijecne kiseline, octene kiseline
  - 40737 uzoraka
  - $R^2$ : .96
  - RMSE: 1.32
  - Jednadžba:  
$$\text{Škrob} = 106.3 - .574(\text{SP}) - 1.10(\text{aNDF}) - 1.14(\text{topiva vlakna}) - .978(\text{pepeo}) - 3.38(\text{mast}) - 1.28(\text{šećer}) - .567(\text{mlijecna}) - .108(\text{octena})$$

# Modeliranje škroba

---

- Modeliranje iz aNDF
  - 2720 uzoraka
  - $R^2$ : .73
  - RMSE: 3.27
  - Jednadžba:  
 $\check{S}krob = 80.4 - 1.17(aNDF)$



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Industrija tvrdi:

“Upotreba informacije iz laboratorija o probavljivosti škroba nije korisna.”

Prevedeno: Kad koristim brojeve iz laboratorija često se ne podudaraju s odgovorom krava.



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:
  - Probavljivost škroba je složen i ne potpuno razjašnjen proces: Što mi pokušavamo mjeriti?



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja procesa:
  - Probavljivost škroba je složen i ne potpuno razjašnjen proces: Što mi pokušavamo mjeriti?

Probavljivost škroba nije “hranjiva tvar” - to je složen niz interakcija definiranih dinamikom i složenim ambijentom buraga.



# Utjecaji na probavljivost škroba

---

- Veličina čestica
- Lomljivost
- Vлага
- Utjecaj vremenskih prilika tijekom razvoja razvoja klipa
- Otpuštanje vlage zrna u polju
- Fermentacija
- Trajanje fermentacije
- Protein, zein protein, odnos zein/škrob
- Količina perikarpa u odnosu na škrobno brašno
- Druge fiziološke značajke škroba u zrnu



# Lomljivost zrna kukuruza – mlin s noževima, 4mm (CVAS, 2014)

Tip kukuruza	MPS (microna)	Površina (cm <sup>2</sup> gm)	Čestice / gm	IVSD7 (škrob % )	IVSD7 (škrob %) (1mm mlj.)
Brašnati	848	65.5	7788	73.7	83.5
Hibridi	905	61.5	6282	57.6	66.5
Tvrđunci	966	57.9	5632	50.6	61.9

# Mlin za mljevenje na 4mm

---



# Utjecaji na probavljivost škroba

---

- Perspektiva krava:
  - Veličina pojedenih čestica
  - Žvakanje
  - Razina škroba u hrani
  - Povezani učinci
  - Ambijent buraga
  - Vrijeme hranjenja
  - Različite koncentracije enzima
  - Stupanj pasaže



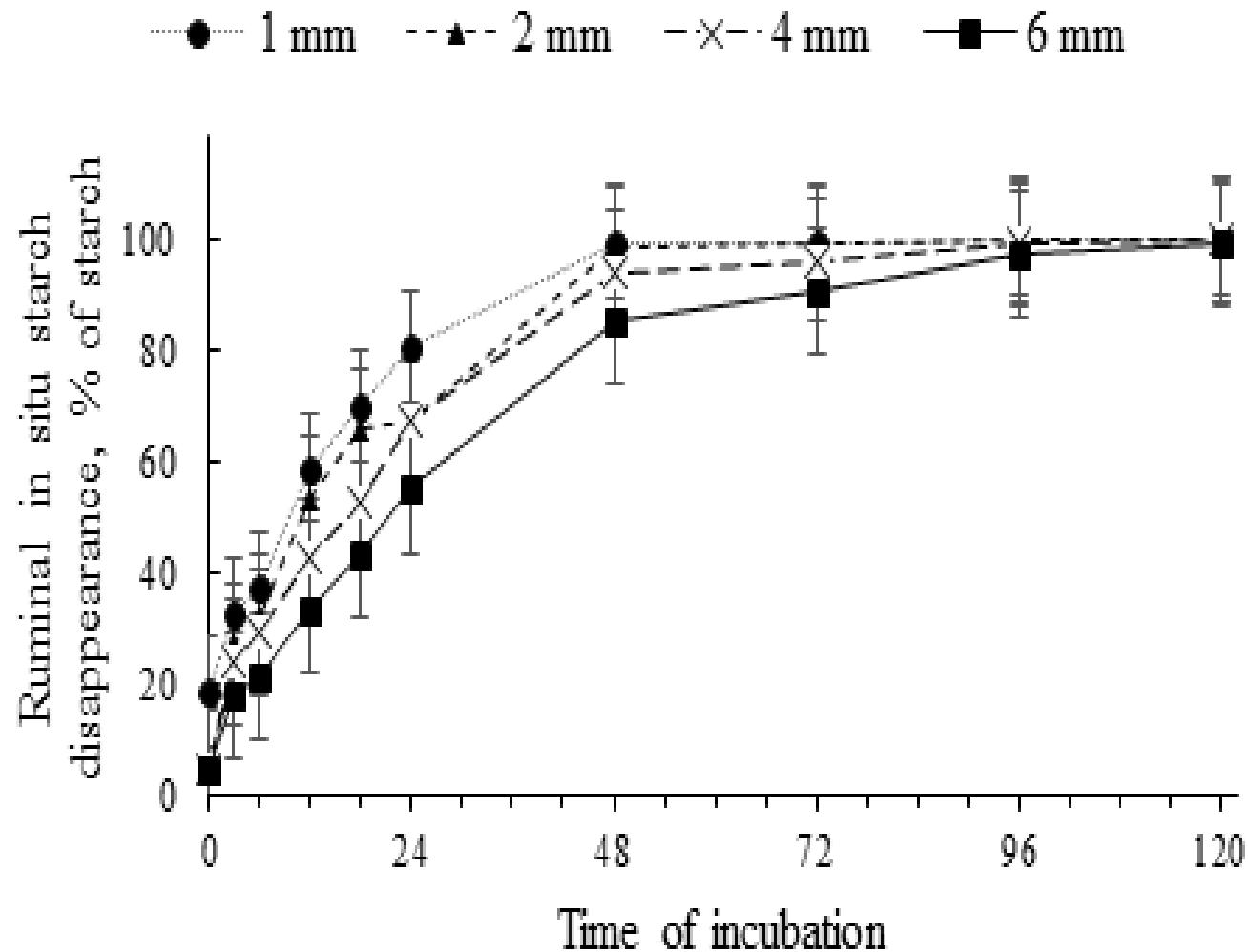


Figure 4. Effect of grinding size on ruminal in situ starch disappearance (% of starch) at 0, 3, 6, 12, 18, 24, 48, 72, 96 and 120 h of dry dent com.

# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:
  - Probavljivost škroba je složen i ne potpuno razjašnjen proces: Što mi pokušavamo mjeriti?
  - Ograničenja laboratorija zahtjevaju da naš uzorak nije jednak onome čime hranimo kravu.



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:
  - Probavljivost škroba je složen i ne potpuno razjašnjen proces: Što mi pokušavamo mjeriti?
  - Ograničenja laboratorija zahtijevaju da naš uzorak nije jednak onome čime hranimo kravu.
  - Za rutinsku upotrebu u kontekstu sastavljanja obroka trebamo proces vrednovanja prebaciti na NIR – to je problematično.



# Mljevenje za NIR u odnosu na kem. analizu

---

CORN  
SILAGE  
1 mm

CORN  
SILAGE  
4 mm



# Mljevenje za NIR u odnosu na kem. analizu

CORN  
GRAIN  
0.5 mm



CORN  
GRAIN  
4 mm



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:
  - Probavljivost škroba je složen i ne potpuno razjašnjen proces: Što mi pokušavamo mjeriti?
  - Ograničenja laboratorijskih zahtjeva da naš uzorak nije jednak onome čime hranimo kravu.
  - Za rutinsku upotrebu u kontekstu sastavljanja obroka trebamo proces vrednovanja prebaciti na NIR – to je problematično.
  - Korištenje in vitro analize za analizu probavljivosti škroba pokazuje veliku prirodnu varijabilnost.



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:
  - Laboratorijski podaci ne „uklapaju” se nužno u postojeće modele.
  - Stupanj pasaže signifikantno utiče na realiziranu razgradnju škroba u buragu i ima implikacije na to kako mi želimo uspoređivati probavljivost škroba.



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:
  - Laboratorijski podaci ne „uklapaju” se nužno u postojeće modele.
  - Stupanj pasaže signifikantno utiče na realiziranu razgradnju škroba u buragu i ima implikacije na to kako mi želimo uspoređivati probavljivost škroba.
  - Imamo pogrešno shvaćanje kako koristiti informacije.



# Izazov probavljivosti škroba

---

- Ograničenja u procesu:

“Mi” kao hranidbena industrija želimo koristiti statičko vrednovanje (IVSD) da definiramo funkcije u dinamičkom procesu.



Povezanost in vitro probavljivosti škroba (IVSD), Mertens Innovation & Research LLC, stope probavljivosti (MIR\_kd<sup>TM</sup>) i predviđene probavljivosti škroba (SD) u buragu ( $kp = 0.0669 \text{ h}^{-1}$ ) i ukupnom probavnom traktu mliječnih krava.

IVSD <sup>a</sup> (škrob %)	MIR_kd <sup>TMb</sup> (%/h)	Predviđena SD <sup>c</sup> u buragu	Predviđena Total Tract SD <sup>d</sup>	Predviđeni fekalni škrob (ST %) <sup>e</sup>
25 <sup>f</sup>	4.8%	41.4%	89.9%	8.0
35	7.2%	51.4%	91.7%	6.6
45	10.0%	59.5%	93.2%	5.4
55	13.3%	66.2%	94.5%	4.4
65	17.5%	72.0%	95.5%	3.5
75	23.1%	77.3%	96.5%	2.7
85	31.6%	82.3%	97.4%	2.0
95	49.9%	88.0%	98.5%	1.2
99 <sup>f</sup>	76.8%	91.9%	99.2%	0.6

<sup>a</sup> In vitro probavljivost škroba izmjerena nakon 7 h fermentacije.

<sup>b</sup> Stupanj probavljivosti (kd) izračunat iz IVSD (7 h) koristeći metodu Mertens Innovation & Research LLC za izdvojeni škrob s vremenom odmaka od 1 h i bez neprovavljivog škroba (MIR\_kd-P1T1u0<sup>TM</sup>).

<sup>c</sup> Ruminalna probavljivost škroba izračunata korištenjem ravnotežne formule: Ruminalna SD% =  $100 * [kd / (kd + kp)]$  podrazumijevajući kp za škrob od 6.69%/h.

<sup>d</sup> Prilagođena ukupna probavljivost škroba u prob. traktu =  $82.224 + 0.185 * \text{probavljivost škroba u buragu} - 0.002$ . (Ferraretto et al., 2013).

<sup>e</sup> Ukupna probavljivost škroba u prob. traktu =  $100.0 - 1.25 * \text{škrob u izmetu (% ST fecesa)}$  riješeno za fekalni škrob. (Fredin et al., (2014)

<sup>f</sup> Ove ekstremne vrijednosti su rijetko izmjerene, ali pružaju granične vrijednosti za probavljivost škroba u buragu i ukupnu probavljivost u kompletном probavnom traktus kod korištenja MIR\_kd.

Povezanost in vitro probavlјivosti škroba (IVSD), Mertens Innovation & Research LLC, stope probavlјivosti (MIR\_kd<sup>TM</sup>) i predviđene probavlјivosti škroba (SD) u buragu ( $kp = 0.089 \text{ h}^{-1}$ ) i ukupnom probavnom traktu mlječnih krava.

IVSD <sup>a</sup> (škrob %)	MIR_kd <sup>TMb</sup> (%/h)	Predviđena SD <sup>c</sup> u buragu	Predviđena TTSD <sup>d</sup>	Predviđeni fekalni škrob (ST %) <sup>e</sup>
25 <sup>f</sup>	4.8%	35.0%	88.7%	9.0
35	7.2%	44.7%	90.5%	7.6
45	10.0%	52.8%	92.0%	6.4
55	13.3%	59.9%	93.3%	5.4
65	17.5%	66.3%	94.5%	4.4
73	23.1%	72.2%	95.6%	3.5
85	31.6%	78.0%	96.7%	2.7
95	49.9%	84.9%	97.9%	1.7
99 <sup>f</sup>	76.8%	89.6%	98.8%	1.0

<sup>a</sup> In vitro probavlјivost škroba izmjerena nakon 7 h fermentacije.

<sup>b</sup> Stupanj probavlјivosti (kd) izračunat iz IVSD (7 h) koristeći metodu Mertens Innovation & Research LLC za izdvojeni škrob s vremenom odmaka od 1 h i bez neprobavlјivog škroba (MIR\_kd-P1T1u0<sup>TM</sup>).

<sup>c</sup> Ruminalna probavlјivost škroba izračunata korištenjem ravnotežne formule: Ruminalna SD% =  $100 * [kd / (kd + kp)]$  podrazumijevajući kp za škrob od 6.69%/h.

<sup>d</sup> Prilagođena ukupna probavlјivost škroba u prob. traktu =  $82.224 + 0.185 * \text{probavlјivost škroba u buragu} - 0.002$ . (Ferraretto et al., 2013).

<sup>e</sup> Ukupna probavlјivost škroba u prob. traktu =  $100.0 - 1.25 * \text{škrob u izmetu (% ST fecesa)}$  riješeno za fekalni škrob. (Fredin et al., (2014)

<sup>f</sup> Ove ekstremne vrijednosti su rijetko izmjerene, ali pružaju granične vrijednosti za probavlјivost škroba u buragu i ukupnu probavlјivost u kompletном probavnom traktus kod korištenja MIR\_kd.

Povezanost in vitro probavljivosti škroba (IVSD), Mertens Innovation & Research LLC, stope probavljivosti (MIR\_kd<sup>TM</sup>) i predviđene probavljivosti škroba (SD) u buragu ( $kp = 0.155 \text{ h}^{-1}$ ) i ukupnom probavnom traktu mlječnih krava.

IVSD <sup>a</sup> (škrob %)	MIR_kd <sup>TMb</sup> (%/h)	Predviđena SD <sup>c</sup> u buragu	Predviđena Total Tract SD <sup>d</sup>	Predviđeni fekalni škrob (ST %) <sup>e</sup>
25 <sup>f</sup>	4.8%	23.7%	86.6%	10.7
35	7.2%	31.7%	88.1%	9.5
45	10.0%	39.2%	89.5%	8.4
55	13.3%	46.2%	90.8%	7.4
65	17.5%	53.1%	92.0%	6.4
75	23.1%	59.9%	93.3%	5.4
85	31.6%	67.1%	94.6%	4.3
95	49.9%	76.3%	96.3%	2.9
99 <sup>f</sup>	76.8%	83.2%	97.6%	1.9

<sup>a</sup> In vitro probavljivost škroba izmjerena nakon 7 h fermentacije.

<sup>b</sup> Stupanj probavljivosti (kd) izračunat iz IVSD (7 h) koristeći metodu Mertens Innovation & Research LLC za izdvojeni škrob s vremenom odmaka od 1 h i bez neprovavljivog škroba (MIR\_kd-P1T1u0<sup>TM</sup>).

<sup>c</sup> Ruminalna probavljivost škroba izračunata korištenjem ravnotežne formule: Ruminalna SD% =  $100 * [kd / (kd + kp)]$  podrazumijevajući kp za škrob od 6.69%/h.

<sup>d</sup> Prilagođena ukupna probavljivost škroba u prob. traktu =  $82.224 + 0.185 * \text{probavljivost škroba u buragu} - 0.002$ . (Ferraretto et al., 2013).

<sup>e</sup> Ukupna probavljivost škroba u prob. traktu =  $100.0 - 1.25 * \text{škrob u izmetu (% ST fecesa)}$  riješeno za fekalni škrob. (Fredin et al., (2014)

<sup>f</sup> Ove ekstremne vrijednosti su rijetko izmjerene, ali pružaju granične vrijednosti za probavljivost škroba u buragu i ukupnu probavljivost u kompletном probavnom traktus kod korištenja MIR\_kd.

# Izazov probavljivosti škroba

---

- Produktivno razmišljanje:

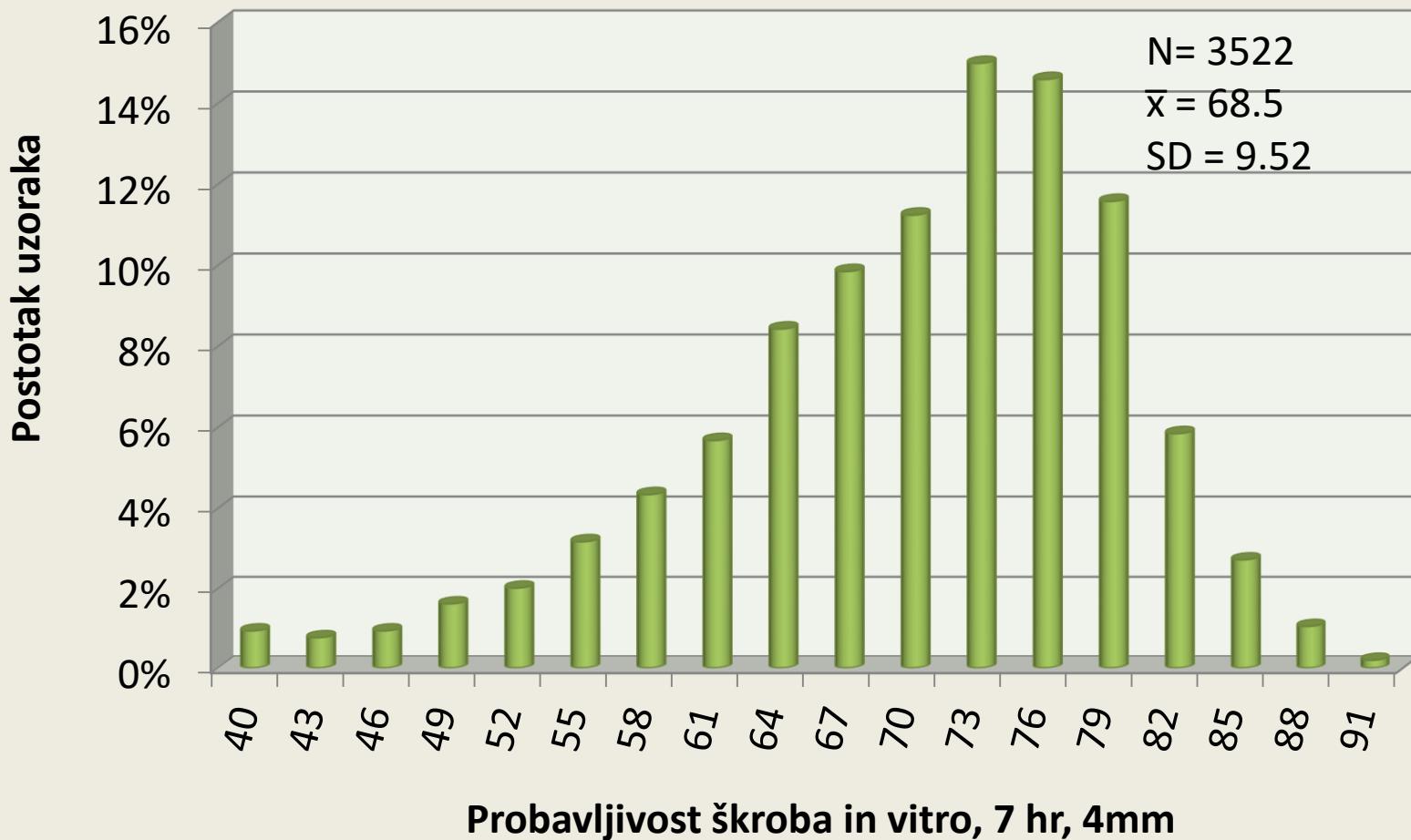
Informaciju o probavljivosti škroba (IVSD) uzeti kao alat za vrednovanje krme, za razumijevanje potencijala ili ograničenja hrane, i za razvoj hranidbenih modela.

Moramo shvatiti da informacija o IVSD u ovom trenutku treba biti korištena više u kvalitativnom smislu, a ne kvantitativnom.



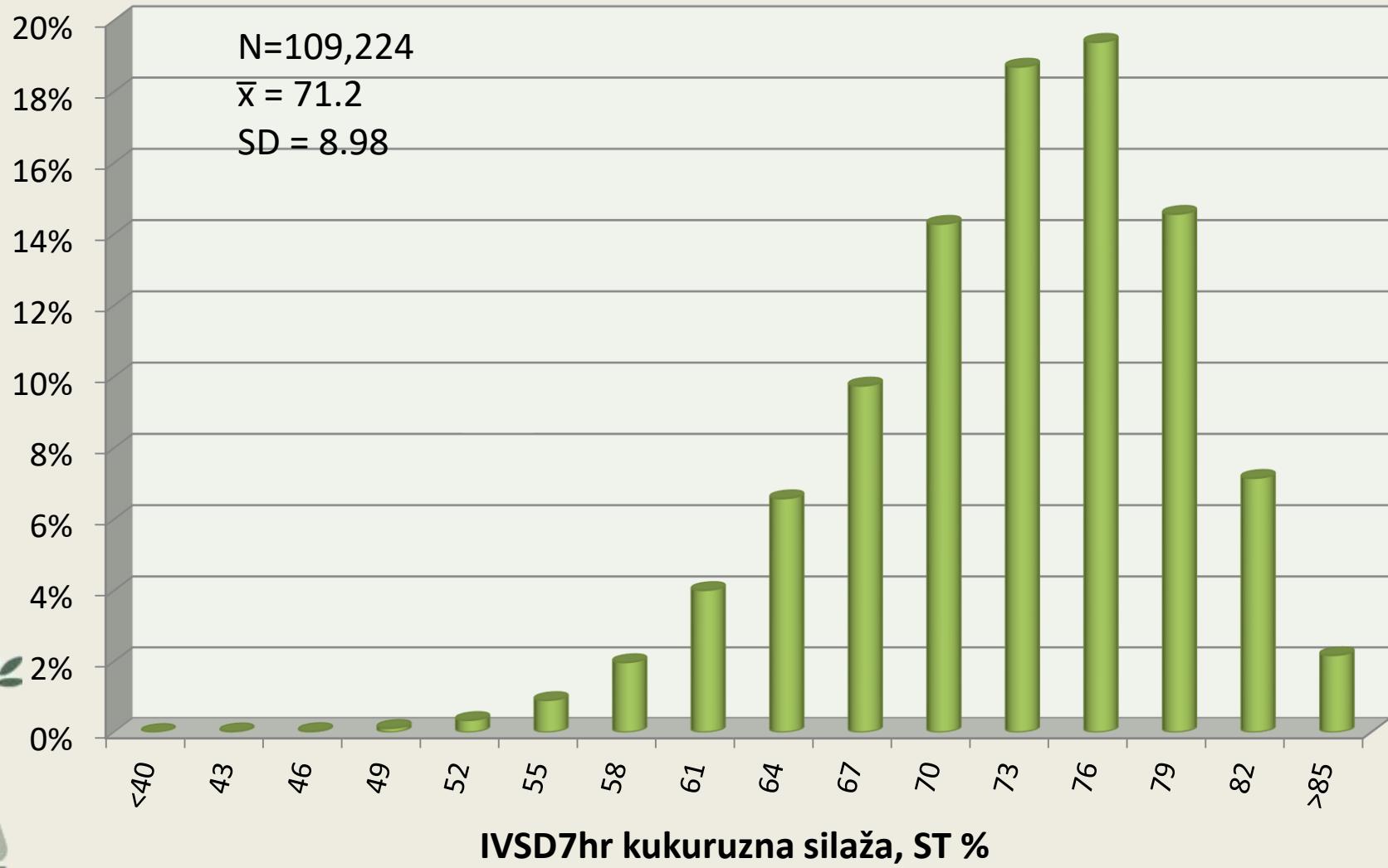
# Probavljivost škroba in vitro, 7 hr, 4mm

## (CVAS, kemija, 2014 - 2017 godina usjeva)

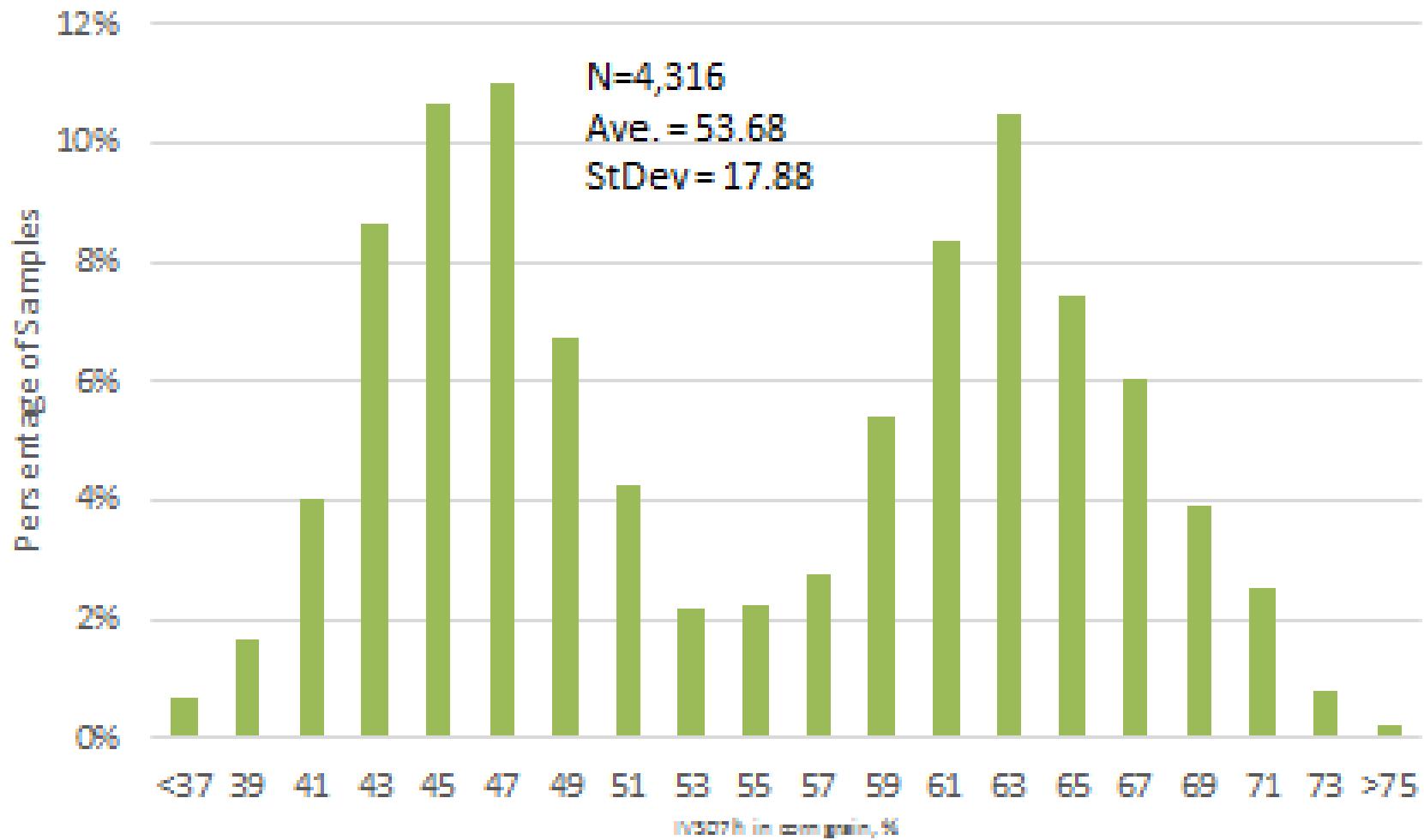


# Probavljivost škroba in vitro na 7 sati

(CVAS, 2013 - 2014 godina usjeva, 4mm mljeveno)

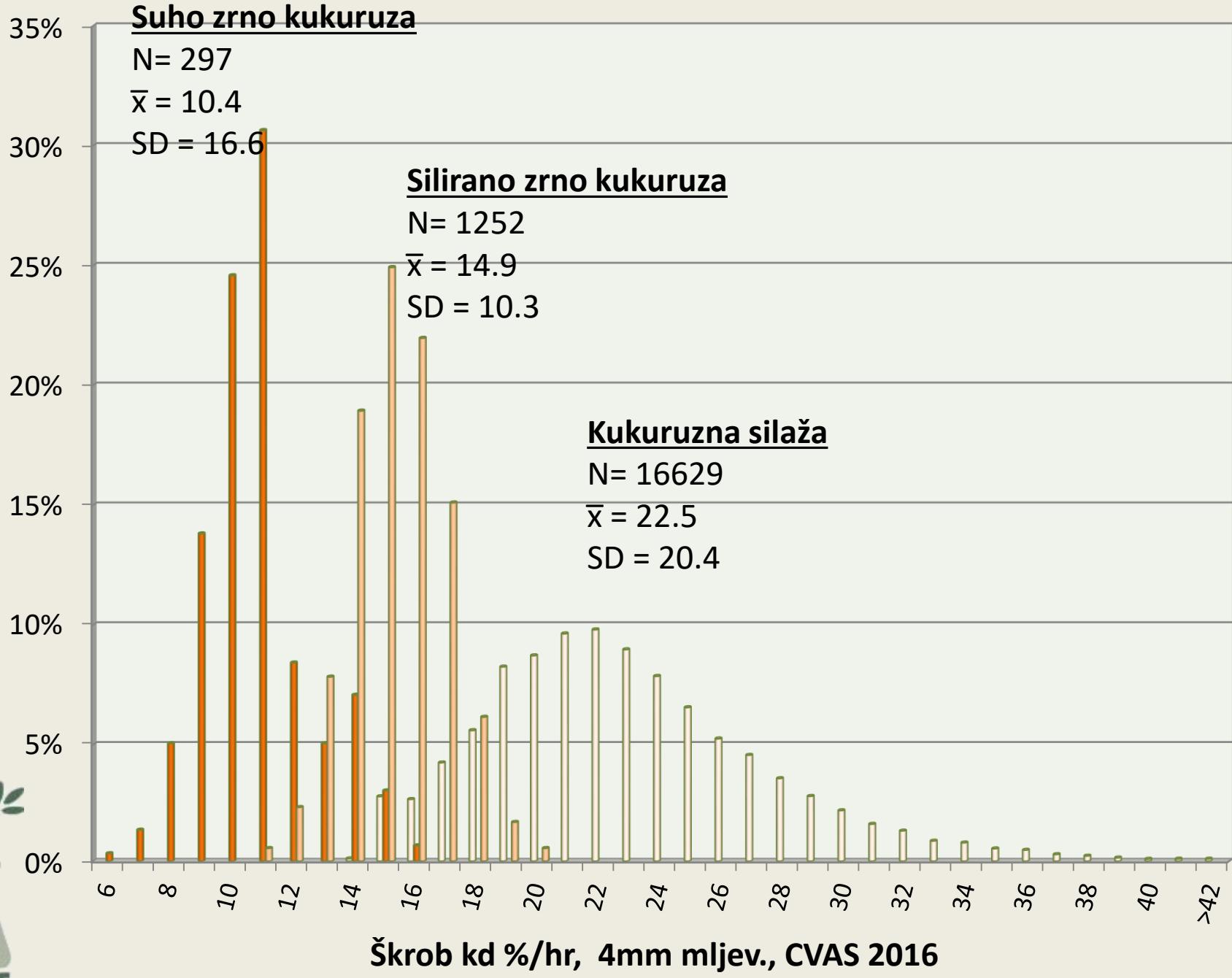


# In vitro Starch Digestibility at 7hr in Corn Grain (CVAS, 2014 Crop, 4mm grind)





Postotak uzoraka



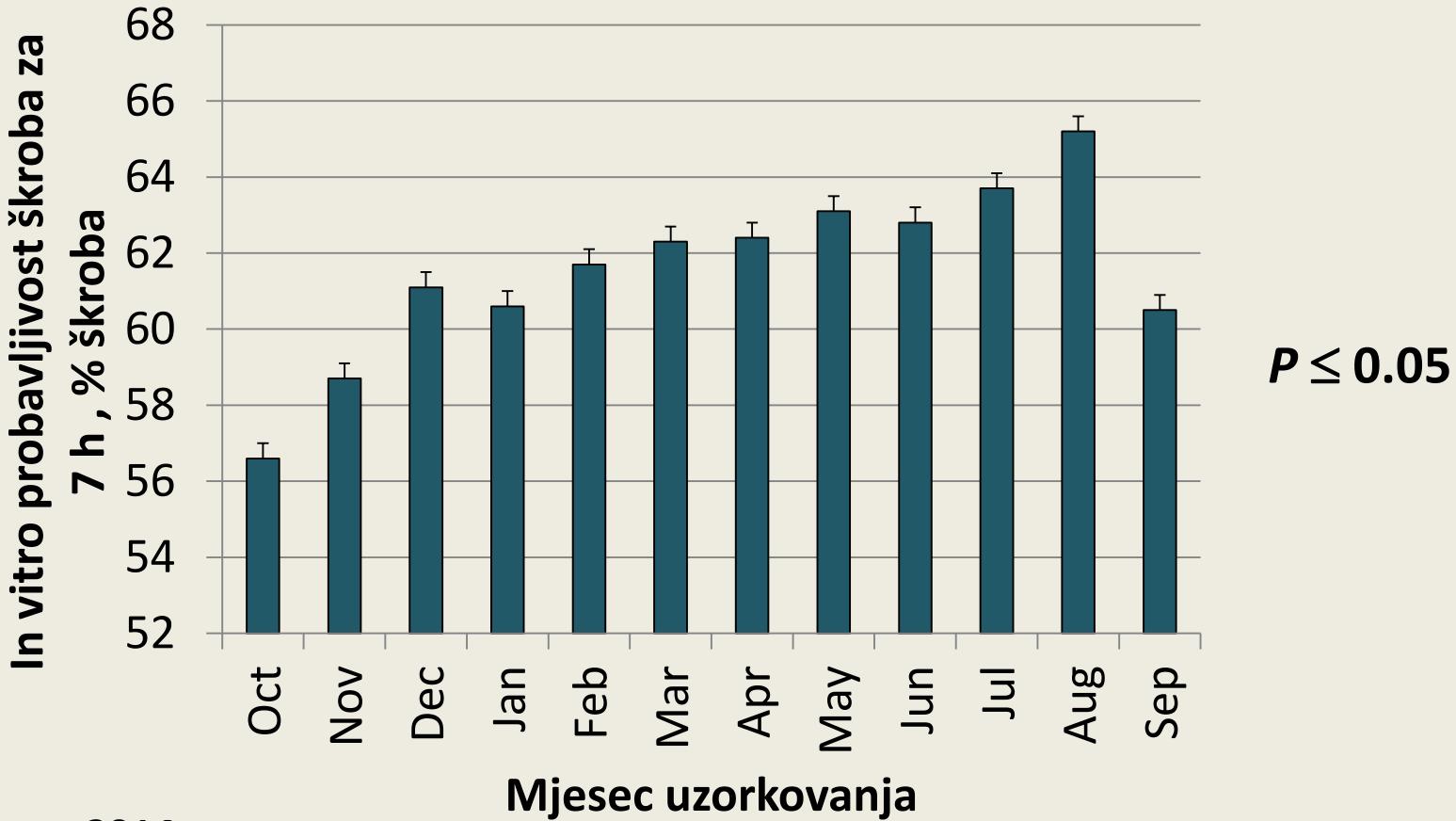
# U kom smjeru idemo?

---

- Modeliranje pristupa za procjenu staticke IVSD:
  - Veličina čestica
  - Vлага
  - Fermentacija
  - Frakcije proteina
  - Višestruke vremenske točke za procjenu stopa



# Učinak vremena siliranja na probavljivost škroba u VVK



Ferraretto i sur., 2014

# Modeliranje IVSD7 zrna kukuruza

Summary of Fit			
RSquare	0.766384		
RSquare Adj.	0.763323		
Root Mean Square Error	2.40158		
Mean of Response	60.38398		
Observations (or Sum Wgts)	465		
Effect Summary			
Source	FDR	FDR	PValue
	LogWorth		
CP	74.975		0.00000
ADF	14.975		0.00000
Acetic	10.691		0.00000
DM	4.945		0.00001
pH	4.798		0.00002
Lactic	1.129		0.07436

# Modeliranje IVSD7 zrna kukuruza

## Summary of Fit

RSquare	0.835134
RSquare Adj	0.833609
Root Mean Square Error	1.785329
Mean of Response	60.47418
Observations (or Sum Wgts)	656

## Response IVSD 7hr, 4mm, %starch Effect Summary using CNCPS Protein Fractions

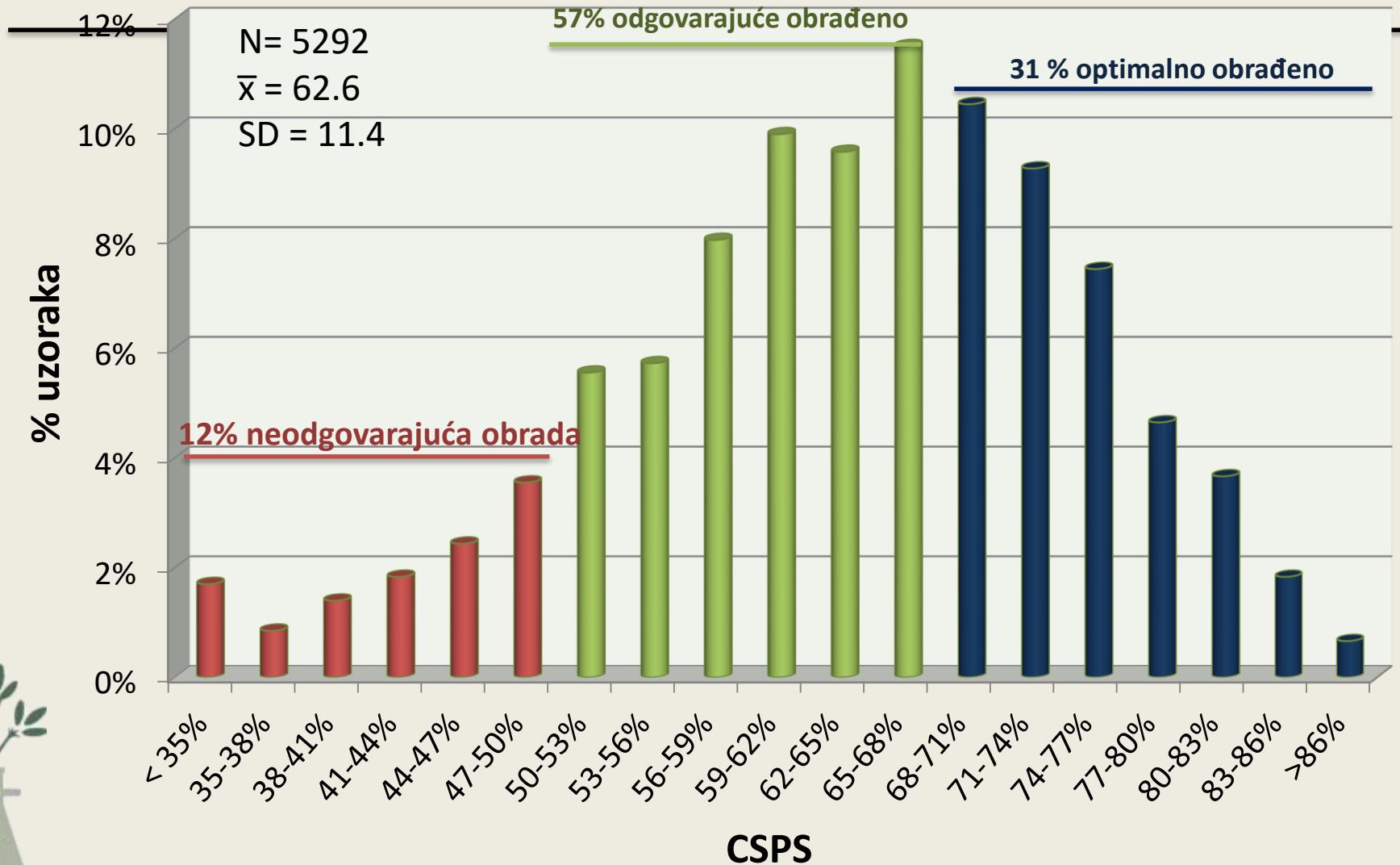
Source	FDR	FDR PValue
	LogWorth	
A2, %DM	101.649	0.00000
B1, %DM	82.980	0.00000
B2, %DM	36.278	0.00000
A1, %DM	32.812	0.00000
DM	20.036	0.00000
pH	2.985	0.00103

# Kružna mješalica s prikazanim 4.75mm sitom i izdvojenim kukuruzom

---



# Raspodjela ocjena stupnja obrade kuk. silaže, CVAS, 2015. i 2016. godina usjeva



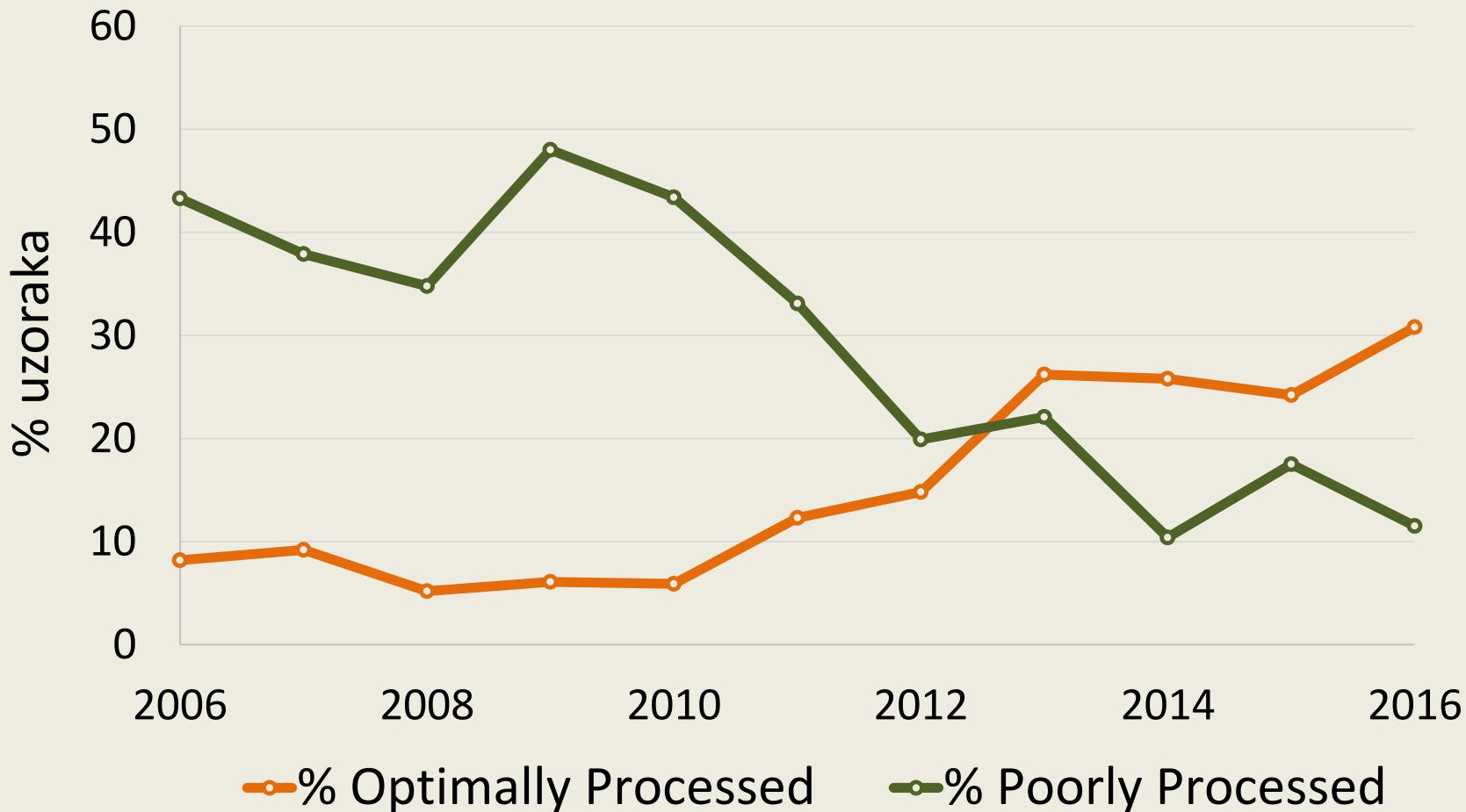
# Napravljen je napredak u obradi kukuruzne silaže zadnjih 10 godina

(CVAS Data, 2006 - 2016)

Godina usjeva	Broj uzoraka	Prosjek	% optimalno	% slabo
2006	97	52.8	8.2	43.3
2007	272	52.3	9.2	37.9
2008	250	54.6	5.2	34.8
2009	244	51.1	6.1	48.0
2010	373	51.4	5.9	43.4
2011	726	55.5	12.3	33.1
2012	871	60.8	14.8	19.9
2013	2658	64.6	26.2	22.1
2014	4634	62.2	25.8	10.4
2015	3231	61.1	24.2	17.5
2016	3598	63.5	30.8	11.5

# Napredak u obradi kukuruzne silaže kroz 10 godina

(CVAS podaci, 2006 - 2016)



# Opažena probavlјivost (cijeli trakt)

---

- Postoji interes za procjenu škroba u balegi kao pokazatelja efikasnosti probave.
- Ovaj pristup ne uzima u obzir početni nivo škroba niti efekt koncentracije u izmetu.
- Više laboratorija u SAD koristi neprobavljeni NDF kod 240 hr in vitro inkubacije (uNDF240) kao marker za povezivanje početnog i završnog nivoa škroba.



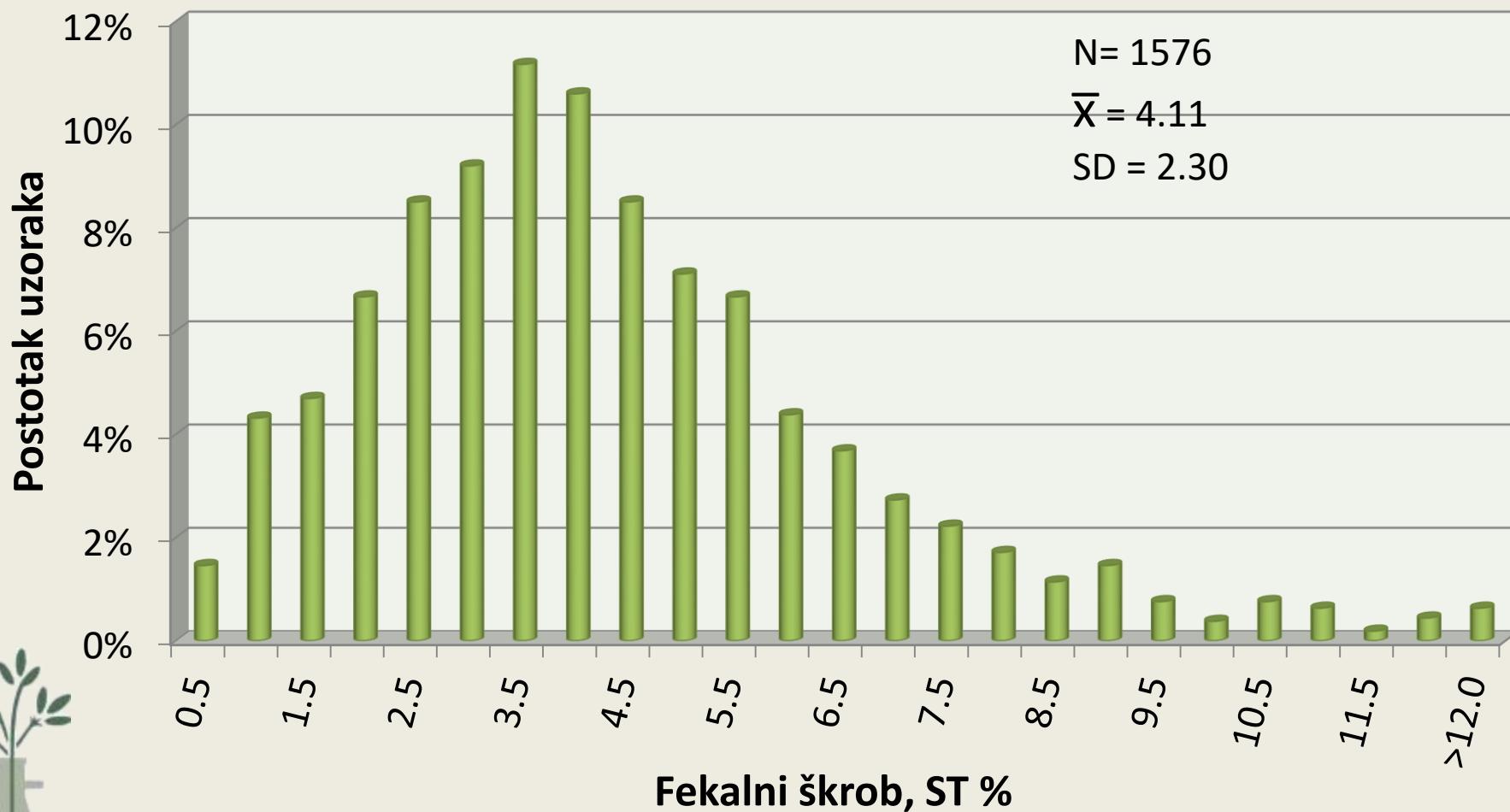
# Opažena probavlјivost (cijeli trakt)

---

- CVAS je razvio jednadžbe za nakon 240 sati neprobavljeni NDF u TMR i balegi.
- Klijenti dostavljaju uzorke TMR i povezanog fekalnog materijala u laboratorij.
- CVAS pruža analizu TMR i fekalnog materijala i daje izveštaj o opaženoj probavlјivosti škroba i pdNDF.
- Ova informacije se može koristiti kao dijagnostički alat za vrednovanje efikasnosti obroka i edukaciju proizvođača o hranidbenim konceptima.



# Raspodjela fekalnog škroba u TMR obrocima za mlijecne krave (CVAS, 2017)



# Interpretacija fekalnog škroba

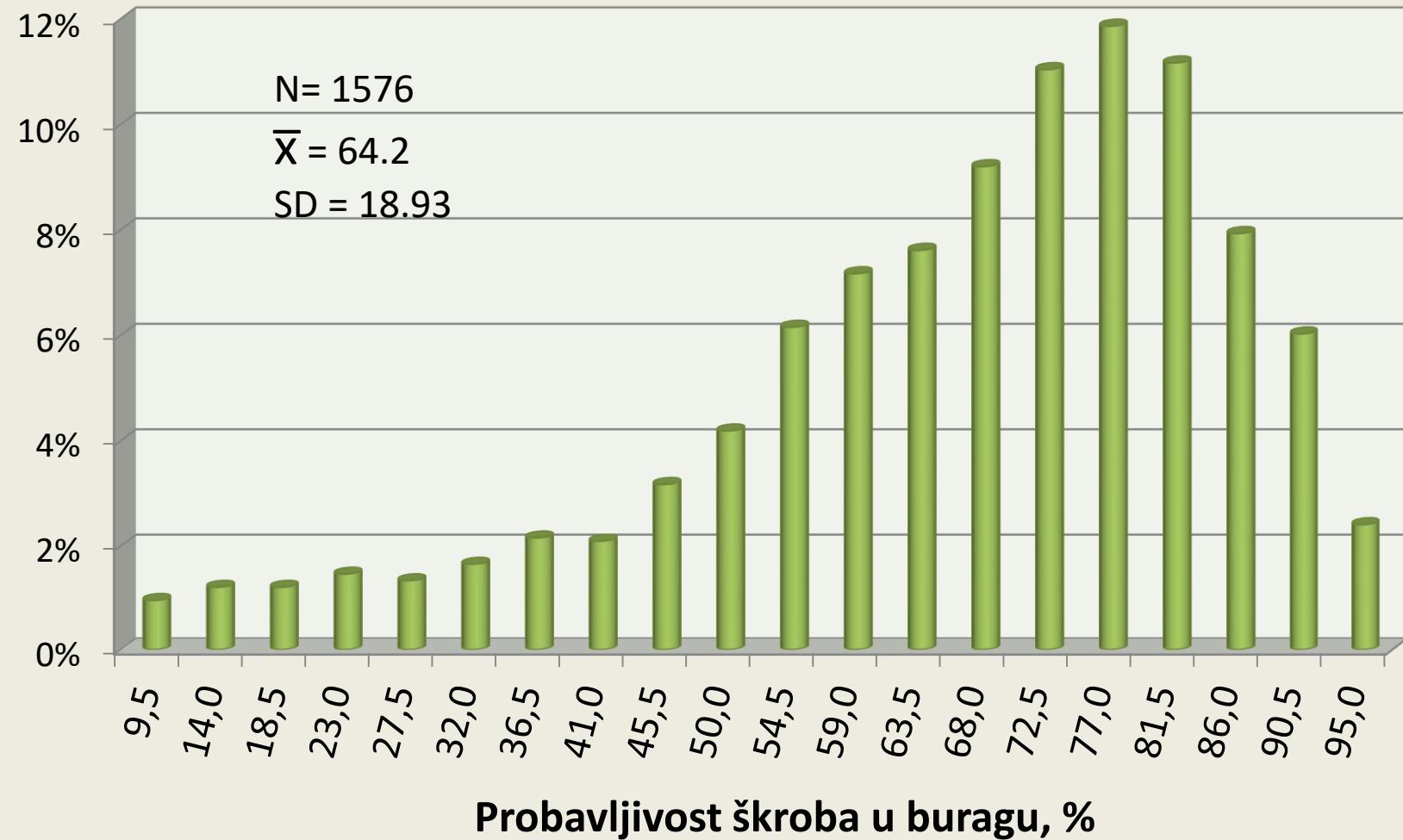
---

- < 3% fekalnog škroba = dobro, nema potrebe za kontrolu pojedinačnih komponenti
- 5% fekalnog škroba = probavljivost škroba u kompletnom probavnom traktu ~93.75%. Postoji potencijal za kontrolu pojedinačnih komponenti.
- > 5% fekalnog škroba = kontrola pojedinačnih komponenti obroka i/ili praksi menadžmenta.

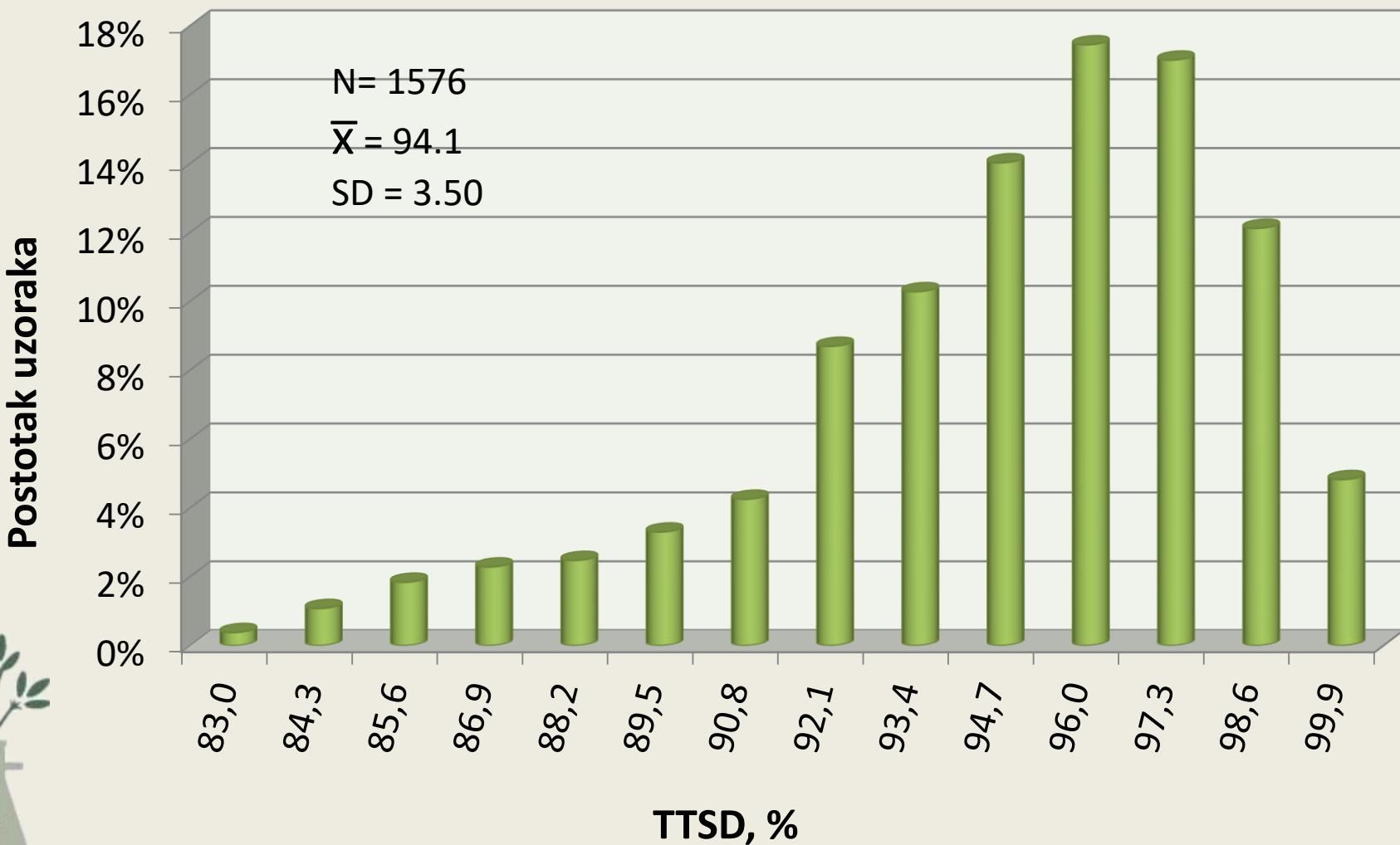


Prilagođeno prema Dr. Larry Chase

# Izračunata probavljivost škroba u buragu korištenjem uparenih uzoraka TMR i fecesa (CVAS 2017)



# Izračunata probavljivost škroba u cijelom probavnom traktu korištenjem uparenih uzoraka TMR i fecesa (CVAS, 2017)





# Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop

15. – 16. studeni 2017.

Probavljivost škroba: kako se mjeri,  
izvještava, i koristi

Ralph Ward, Predsjednik uprave  
Cumberland Valley Analytical Services

