

# Utjecaj gnojidbe na prinos, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost zrna kukuruza

---

Premec, Marija

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:185:897308>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Križevci University of Applied Sciences](#)



REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij  
*Poljoprivreda*

Usmjerenje: *Održiva i ekološka poljoprivreda*

Marija Premec, bacc.ing.agr.

**UTJECAJ GNOJIDBE NA PRINOS, KEMIJSKI  
SASTAV I HRANIDBENU VRIJEDNOST ZRNA  
KUKURUZA**

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:

1. dr.sc. Vesna Samobor, prof.v.š., predsjednica povjerenstva i članica
2. dr.sc. Marija Vukobratović, prof.v.š., mentorica i članica
3. dr.sc. Dražen Čuklić, prof.v.š., član

Križevci, 2016.

## **PODACI O RADU**

Završni specijalistički diplomski stručni rad izrađen je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima pod mentorstvom dr. sc. Marije Vukobratović.

Rad sadrži:

- 38 stranica
- 14 slika
- 10 tablice
- 33 navoda literature

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD</b> .....                                | <b>1</b>  |
| 1.1. Cilj i svrha istraživanja .....                | 2         |
| 1.2. Hipoteza .....                                 | 2         |
| <b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....                  | <b>3</b>  |
| 2.1. Gospodarska važnost kukuruza .....             | 3         |
| 2.2. Građa kukuruza .....                           | 4         |
| 2.3. Građa zrna kukuruza .....                      | 7         |
| 2.4. Agroekološki uvjeti za uzgoj kukuruza .....    | 9         |
| <b>3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....    | <b>11</b> |
| 3.1. Terenska istraživanja .....                    | 11        |
| 3.2. Laboratorijska istraživanja .....              | 12        |
| 3.2.1. Utvrđivanje sadržaja vode i suhe tvari ..... | 13        |
| 3.2.2. Utvrđivanje sadržaja pepela .....            | 14        |
| 3.2.3. Utvrđivanje sadržaja sirovih proteina .....  | 15        |
| 3.2.4. Utvrđivanje sadržaja sirovih masti .....     | 16        |
| 3.2.5. Utvrđivanje sadržaja sirovih vlakana .....   | 17        |
| <b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA</b> .....              | <b>20</b> |
| 4.1. Rezultati terenskih istraživanja .....         | 20        |
| 4.1.1. Agroklimatski uvjeti .....                   | 20        |
| 4.1.2. Kemijska svojstva komposta i tla .....       | 21        |
| 4.1.3. Prinos .....                                 | 23        |
| 4.2. Rezultati laboratorijskih istraživanja .....   | 24        |
| 4.2.1. Sadržaj suhe tvari .....                     | 24        |
| 4.2.2. Sadržaj sirovog pepela .....                 | 25        |

|   |           |
|---|-----------|
| <i>4.2.3. Sadržaj sirovih proteina.....</i> | <i>25</i> |
| <i>4.2.4. Sadržaj sirove masti.....</i>     | <i>26</i> |
| <i>4.2.5. Sadržaj sirovih vlakana.....</i>  | <i>28</i> |
| <i>4.2.6. Metabolička energija.....</i>     | <i>28</i> |
| <b>5. ZAKLJUČAK.....</b>                    | <b>31</b> |
| <b>6. LITERATURA .....</b>                  | <b>33</b> |
| SAŽETAK.....                                | 36        |
| SUMMARY .....                               | 37        |
| ŽIVOTOPIS .....                             | 38        |

## 1. UVOD

Kukuruz, „zrno žita“ kako su ga na svom jeziku nazvali stari uzgajivači u njegovoj postojbini Americi, danas je uz pšenicu i rižu, jedna od tri vodeće poljoprivredne kulture te u svijetu zauzima prvo mjesto. Gospodarska važnost kukuruza u Hrvatskoj višestruka je, jer je to naša najraširenija ratarska kultura. Prinosi zrna kukuruza u Hrvatskoj su različiti u raznim godinama, jer u velikoj mjeri zavise o vremenskim uvjetima. Vremenski uvjeti, prvenstveno količina i raspored oborina, te prosječne temperature zraka, glavni su razlozi velikog variranja prosječnih prinosa kukuruza po godinama.

Kukuruz se u Hrvatskoj uzgaja najčešće po principima konvencionalne ili intenzivne proizvodnje kojom se ostvaruju visoki prinosi, ali koja uzrokuje i niz neželjenih posljedica. Tako se na primjer intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom mijenja prirodni okoliš i struktura tla, iscrpljuju neobnovljivi energetske resursi i stvara potencijalna opasnost po zdravlje potrošača, zbog konzumiranja kemijski tretirane hrane. S druge strane, kukuruz se može uzgajati i po ekološkim principima, koji se temelje na prirodnoj plodnosti tla, plodoredu kao čimbeniku njegova očuvanja, te primjeni recikliranih organskih tvari, kao izvora energije.

Kukuruz je najvažnije koncentrirano krmivo, veoma ukusno i probavljivo, prikladno za hranidbu svih vrsta domaćih životinja, a u strukturi krmnih smjesa udio zrna kukuruza iznosi 50% i više ovisno o vrsti i kategoriji stoke. Kakvoća i hranidbena vrijednost zrna kukuruza ovisi o agroklimatskim uvjetima i tehnologiji uzgoja, kao i o gnojivima. Težnja svakog uzgajivača je uz što manje ulaganja dobiti što kvalitetniji proizvod, a da prinos ne bude značajno manji. Iz tog razloga vrše se stalna istraživanja o količini, formulaciji i vrsti gnoja.

Primjena organskih gnojiva u proizvodnji kukuruza sve je značajnija, bilo da se teži smanjivanju troškova zamjenom tvorničkih gnojiva stajskim, bilo da se želi zbrinuti organski otpad s farme na ekološki najprihvatljiviji način. Poznato je da se hraniva iz organskih gnojiva oslobađaju vrlo sporo i nemaju trenutno djelovanje poput mineralnih, ali imaju čitav niz drugih povoljnih svojstava. Organska tvar povoljno utječe na niz kemijskih i fizikalnih svojstava tla, izvor je biljnih hraniva i povećava mikrobiološku populaciju. Vrijednost organskih gnojiva ovisni o mnogo čimbenika: načinu držanja stoke,

izgnojavanju, uvjetima u kojima se ta masa skuplja i drži. Stoga je potrebno provoditi istraživanja u pravcu utjecaja vrste i količine organskih gnojiva na prinos, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost krme.

### **1.1. Cilj i svrha istraživanja**

Cilj i svrha ovog rada je istražiti mogućnost proizvodnje zrna kukuruza po principima ekološke poljoprivrede, koja uključuje uporabu organskih gnojiva različitog porijekla te istražiti njihov utjecaj na prinos, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost zrna kukuruza.

### **1.2. Hipoteza**

Za pretpostaviti je da će gnojidba kukuruza mineralnim gnojem rezultirati najvećim prinosom i najvećom metaboličkom i neto energijom.



Slika 1. Kukuruz u pokusu

(Izvor: Ž. Vukobratović)

## 2. PREGLED LITERATURE

Kukuruz (*Zea mays*, L.) je iz svoje pradomovine Centralne Amerike u Europu stigao u 15. ili 16. stoljeću, dok je u našim krajevima udomaćen od 17. stoljeća. Po zasijanim površinama kukuruz je treća svjetska kultura, nakon pšenice i riže, dok je na prvom mjestu u Hrvatskoj. Sije se na oko 130 milijuna hektara, a prosječni prirod iznosi 3.700 kg/ha. Nakon drugog svjetskog rata površine zasijane kukuruzom stalno su povećavane. Najveće površine zasijane kukuruzom imaju SAD (oko 28 milijuna ha), Kina (oko 19 milijuna ha), Brazil (oko 12,5 milijuna ha), Meksiko (oko 7 milijuna ha) i drugi. Najveću proizvodnju po hektaru imaju SAD, Francuska i Mađarska.

U Hrvatskoj se prije domovinskog rata kukuruzom zasijavalo oko pola milijuna hektara. Nakon osamostaljivanja Republike Hrvatske određena područja, a pogotovo u Baranja i Istočna Slavonija, gdje je bilo najviše kukuruza nisu bila pod kontrolom hrvatske vlasti. To je glavni razlog zašto se površina zasijana kukuruzom zadnjih godina smanjila za četvrtinu i sada iznosi oko 370 tisuća hektara. Ukupna proizvodnja zrna kukuruza u Hrvatskoj također je velika, osobito kada se izrazi prosjek po stanovniku. Prije rata ukupno se proizvodilo 2 do 2,5 a sada oko 1,7 milijuna tona godišnje. Po stanovniku godišnje se prosječno proizvodi 350 do 400 kg zrna. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u dekadnom periodu 2011. – 2010. kukuruz je u Hrvatskoj uzgajan prosječno na 303300 ha godišnje uz velika variranja ostvarenog prinosa zrna po godinama u rasponu od 4,2 do 8,0 t/ha.

### ***2.1. Gospodarska važnost kukuruza***

Osnovni gospodarski značaj kukuruza proizlazi iz svojstava same biljke, raznovrsnosti upotrebe i obima proizvodnje. Pored toga velik je i agrotehnički značaj kukuruza, kao biljke koja zahtjeva intenzivne uvjete uzgajanja. Gotovo svi dijelovi biljke kukuruza mogu poslužiti za preradu, pa upravo to daje kukuruzu poseban ekonomski značaj. Danas se proizvodi više od 500 različitih industrijskih prerađevina od kukuruza. Kod prerade kukuruznog zrna na pojedine osnovne sastojke ne gubi se gotovo ništa. Industrija proizvodi veliki broj grupa proizvoda od kukuruza, odnosno proizvoda u kojima sudjeluje kukuruz.



Navode se samo neke proizvodne grupe:

- prehrambeni proizvodi: hrana za dojenčad, kukuruzne flekice, sredstva za zgušnjavanje hrane, za popravljavanje kvalitete kruha, za specijalni kruh, juhe i ostalo,
- ljekarski proizvodi – sirup i ostalo,
- farmaceutska i kozmetička sredstva,
- razni napici: alkohol, kiseline (mliječna, limunska),
- tekstilni proizvodi, umjetno vlakno,
- kemijski proizvodi: boje, politure, azbest, nitroceluloza, furfuroli, sirovina za industriju papira i plastičnih masa.

Zbog lakšeg i sigurnijeg uzgajanja, manje potrošnje sjemena za sjetvu, a viših prinosa, te zbog mogućnosti korištenja, kukuruz je brzo zamjenjivao pšenicu i druge žitarice. Nekada je bio glavna hrana, osobito našega siromašnoga puka. Danas se malo koristi za izravnu prehranu ljudi, uglavnom kao kukuruzni kruh ili kuhana brašnasta masa (palenta, pura ili žganci). Glavna mu je namjena ishrana u stočarstvu, gdje se na mnogo načina koristi u hranidbi domaćih životinja. Tako se u hranidbi preživača koristi cijela biljka kukuruza (najčešće u obliku silaže), dok se u monogastričnih životinja najčešće upotrebljava zrno, bilo suho, bilo kao silaža (npr. kod svinja). Kukuruz ima značajno mjesto i u proizvodnji krmnih smjesa. Zrno kukuruza je jedino energetske krmivo čiji udjel u krmnim smjesama za sve vrste i kategorije peradi, kao ni za mlade svinje i krmače u laktaciji, nema ograničenja, dok se njegovo korištenje u krmnim smjesama za odrasle svinje i preživače preporučuje na razini od 35-45% (Grbeša 2004). Bitno je istaknuti, kako se zrno kukuruza odlikuje najboljom konzumacijom i najvišim sadržajem energije u obliku škroba i ulja, kao i odsutnošću antinutritivnih tvari.

## **2.2. Građa kukuruza**

### ***Korijen***

Korijen kukuruza (slika 2.) je žiličast i oblikuje pet tipova korijenova (Gagro, 1997), a to su: primarni, mezokotilni klični korjenovi, podzemni i nadzemni nodijalni korjenovi.

Primarni i bočni klicni korjenovi oblikuju se u vrijeme klijanja. Zadaća je tog korijenja da učvrsti sjeme i mladu biljčicu za tlo te da da crpe hranu i vodu.

Korijen kukuruza prodire u dubinu i do dva metra, a u širinu više metara, zahvaća veliki volumen tla, crpeći vodu i hranu. Najveći dio korijenove mase kukuruz razvije do 30 cm dubine, ima dobru upojnu snagu, pa mu to omogućuje da i na lošijim tlima i u uvjetima suše daje relativno dobre prinose. Na razvoj korjenova sustava utječe hibrid, tip tla i njegova plodnost, klimatski uvjeti, agrotehnika, vrijeme i dubina sjetve, hranidba, njega, i zaštita (Kovačević i Rastija, 2009.).



Slika 2. Korijen kukuruza

(Izvor: <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/197/prorijedeni-usjevi-kukuruza-zbog-zicnjaka>)



Slika 3. Stabljika kukuruza

(Izvor: <http://poljainfo.com/archive/index.php/t-7721-p-8.html>)

### ***Stabljika***

Stabljika mladog kukuruza prikazana je na slici 3. Stabljika je valjkasta oblika i visoka 0,5 - 7 m. Raniji hibridi imaju nižu i tanju stabljiku, a što je vegetacija dulja, povećava se visina debljina stabljike, pa je u našim uvjetima kukuruz najčešće visok od 1,5 - 3 m, a debela 1,5 - 2 cm. Stabljika kukuruza sastoji se od 8 - 40 koljenaca i međukoljenaca. U početku

stabljika raste sporo, a kasnije 30 - 35 dana nakon nicanja, znatno brže, najbrže raste pred metličanje, pa može dnevno porasti za 15 - 20 cm.

### **List**

Na stabljici kukuruza lišće je spiralno raspoređeno (slika 4). Glavni dijelovi su rukavac i plojka. Rukavac u obliku cijevi obuhvaća dio stabljike između dva koljenca, ali nije za nju srastao. Mjesto na kojem je rukavac pričvršćen za stabljiku zadebljalo je, a to prstenasto zadebljanje naziva se lisno koljenca. Plojka lista je vrpčasta oblika sa zašiljenim vrhom. Na prijelazu rukavca u plojku nalazi se kožnati listić koji se naziva jezičac ili ogrljak. Najduži su listovi na sredini stabljike, prema bazi i vrhu.



Slika 4. List kukuruza

(Izvor: <http://www.pisvojvodina.com/RegionZR/Lists/Posts/Post.aspx?List=bda617c2-cddf-4642-b60c-e15a01de85f4&ID=107>)

### **Cvijet**

Cvijetovi kukuruza su jednospolni. Muški cvijetovi skupljeni su u metličasti cvat. Na metlici se razvijaju muški, a na klipu ženski cvijetovi. Vršni internodij završava metlicom, koja se sastoji od glavne grane, od koje se odvajaju postrane grane i grančice. Na glavnoj grani i postranim granama razvijaju se klasići. Svaki klasić obuhvaćaju dvije pljeve i ima dva cvijeta. U cvijetu se nalaze tri prašnika, a tučak je zakržljao.

Klip je najčešće razvijen na petom do sedmom nodiju, iz pupa koji se nalazi u osnovi lisnog rukavca. Klip se sastoji od drške, koji ima koljenca i međukoljenca. Na koljencima se razvijaju posebno građeni listovi, kojih ima više, pa prelaze jedan preko drugog i tako dobro štite unutrašnje osjetljive dijelove klipa. Na dršku klipa nastavlja se oklasak, na kojem se nalaze klasići, poredani u redove, kojih ima paran broj. Klasić obuhvaćaju dvije slabo razvijene pljeve. Svaki klasić razvije samo jedan plodan cvijet, u cvijetu se razvija samo tučak, a prašnici su zakržljali. Tučak se sastoji od plodnice, dugačkog vrata njuške, pa tako dio vrata i njuška tučka izlazi iz vrha klipa. Kukuruz je stranooplodna biljka, ali u velikom postotku dolazi i do samooplodnje.

### ***Plod***

Plod kukuruza je zrno koje se sastoji od ljuske, endosperma i klice. Od ukupne težine zrna ljusku čini 10 %, endospermoko 80 %, klica oko 7 %. U ljusci ploda nalazi se pigment koji zrnu daje boju. Zrna mogu biti različitih boja, a najčešća su žuta i bijela. Zrno je različitih oblika, a najčešće okruglasto, klinasto ili ovalno. Krupnoća zrna je različita. Apsolutna težina varira od 50 - 500 g. Hektolitarska težina iznosi 70 - 85 kg. Prema trajanju vegetacije sorte i hibridi mogu biti vrlo rani, rani, srednje rani, srednje kasni, kasni i vrlo kasni.

U proizvodnji kukuruza izboru hibrida treba posvetiti veliku pažnju. Hibridi se međusobno razlikuju prema duljini vegetacije, potencijalu rodosti, načinu upotrebe, porijeklu, načinu postanka. Prema trajanju vegetacije hibridi se, prema nomenklaturi koju je dao FAO za Europu, dijele u 10 skupina koje su označene brojevima: 100, 200, 300, 400, 600, 700, 800, 900 i 1000. Vegetacijska grupa 100 ima najkraću vegetaciju, koja traje dva i pol do tri mjeseca. Svaka daljnja grupa ima vegetaciju dulju za 5 do 10 dana.

### ***2.3. Građa zrna kukuzura***

Kukuruzno zrno je sjemenka koja sadrži embrio i sve ostale strukturne sustave koji su potrebni za početni rast i razvoj biljke kukuruza. Sastoji se od endosperma, klice, omotača i drške zrna. Najveći dio mase od 83,77% čini endosperm, slijedi klica sa 11,35 %, pa košuljica ili omotač 5 % i sa manje od 1 % drška.

Endosperm se sastoji od dugih stanica u kojima su zapakirane granule škroba omotane proteinskom matricom. Bogat je škrobom i proteinom.

- Brašnasti endosperm se nalazi u unutrašnjosti zrna i obavija klicu. Okrugle granule brašnastog endosperma su obavijene tankom proteinskom ovojnicom i okružene su zračnim džepovima. Sastoji se od preko 90% škroba te malo proteina i ulja.
- Rožnati ili caklasti endosperm su granule škroba obavijene debljim proteinskim omotačem koji se ne mijenja tijekom sušenja. Smješten je ispod košuljice i sličan je rožini, a sastoji se od škroba, proteina i ulja. Rožnati endosperm sadrži 27,7 % proteina. On obavija cijelo zrno i daje mu čvrstoću.

Prema omjeru brašnastog i rožnatog endosperma kukuruzno zrno se dijeli na tvrdunce, polutvrdunce, poluzubane i zubane.

### ***Kemijski sastav zrna kukuruza***

Kukuruzno zrno sadrži najviše ugljikohidrata od čega 61-78 % visokoprobavljivog škroba i 2,6 % šećera, te neutralna detergent vlakna (9,5 %). Suha tvar kukuruznog zrna sadrži 6 - 12 % proteina, te ulja 3,1 - 5,2 %, dok je siromašno mineralima (1,2 –3,8 %).

Za uspješnu stočarsku proizvodnju poznavanje hranjivosti krmiva je jednako važno kao i poznavanje proizvodnih svojstava životinja i načina proizvodnje, jer se kod sastavljanja obroka za domaće životinje računaju hranjive tvari koje trebaju životinji. Potrebno je odabrati kombinaciju krmiva koja zadovoljava potrebnu visinu proizvodnje, nutritivnu kvalitetu animalnih proizvoda, dobro zdravlje i dugovječnost životinja kao i zahtjeve za očuvanje okoline.

Hranjivost pokazuje koliko pojedino krmivo podržava ekonomski važne funkcije životinje (rast, iskorištenje hrane, prinos mesa, jaja ili mlijeka), odnosno koliko hranjivih tvari prijeđe iz hrane u sastojke životinje, a dolazi do izražaja tek nakon potpune konzumacije (uništenja) krmiva. Zato se hranjivost procjenjuje upotrebom modela koji se temelje na poznavanju kemijskog sastava uzorka krmiva prije njegove konzumacije i koeficijenta iskorištenja (probavljivosti) hranjiva iz njega u svakoj pojedinoj animalnoj proizvodnji. Među hranjivim tvarima životinja treba najveću (60-85%) količinu ugljikohidrata kao izvora energije, zatim bjelančevina (12-28%) kao izvora aminokiselina te makrominerala (1,5-5,0%), esencijalnih masnih kiselina najmanju vitamina i mikroelemenata (<0,1%).

Hranjivost biljnih i animalnih krepkih krmiva je prvenstveno određena sadržajem iskoristive energije i aminokiselina, a mineralnih sadržajem iskoristivih minerala (Grbeša, 2004).

Poznavanje hranjivosti hibrida kukuruza je potrebno radi:

1. uspoređivanja sa drugim hibridima i žitaricama u proizvodnji trgovini i izvozu zrna i sjemena
2. sastavljanja krmnih smjesa i obroka sa hibridima kukuruza koje najbolje iskorištavaju vrste domaćih životinja koje imamo na farmi
3. sprečavanje metaboličkih bolesti preživača
4. predviđanja i planiranja visine stočarske i biljne proizvodnje
5. zaštite okoliša od razine obiteljskog gospodarstva do razine države (Grbeša, 2008).

#### ***2.4. Agroekološki uvjeti za uzgoj kukuruza***

Klimtski elementi, posebno temperatura zraka i količina oborina, imaju bitan utjecaj na uzgoj kukuruza. Nedostatak pritupačne vode u kombinaciji s visokim temperaturama zraka negativno utječu na svojstva kukuruza, naročito u najosjetljivijim fazama razvoja i rasta (svilanje i oplodnja). Mnogi su autori istraživali utjecaj količine oborina na urod zrna (Kovačević i sur., 1998; Ramadoss i sur., 2004; Plavšić i sur., 2009).

Za klijanje i nicanje, rast i razvoj kukuruza treba jako puno topline. Minimalna temperatura za klijanje sjemena iznosi 8 °C, a optimalna temperatura je 32 °C. Kukuruz najbrže raste na 30 °C, ali ako je povoljna zasićenost tla vodom. Kukuruz je kultura osjetljiva na mraz pa temperatura niža od -1 °C dovodi do propadanja biljke, međutim temperatura zraka je element na koji je teško utjecati, kako navode Plavšić i sur. (2009).

Uz puno topline kukuruz treba i puno svjetlosti, on je biljka kratkog dana. Može dobro uspijevati u uvjetima dužeg dana. Bolje korištenje svjetlosti rješava se selekcijom hibrida s uspravnim listovima, pa se tako zasjenjuju donji listovi.

Kukuruz je kultura koja se vrlo dobro prilagođava raznim tlima, ali se to održava na prinos. Najbolje mu odgovaraju duboka, rastresita, propusna tla, slabo kisele ili neutralne reakcije dobrog toplinskog, vodnog i zračnog režima.

Kukuruz ima visok prirodni potencijal, da bismo ga kvalitetno iskoristili trebamo ispravno planirati gnojidbu. Potrebno je uzeti u obzir plodnost tla, planirani plodored, žetvene ostatke, raniju gnojidbu, hibride, cilj proizvodnje i mogućnost korištenja hraniva (Gagro, 1997). Planirana gnojidba mora biti tako izvedena da cijeli oranični sloj opskrbimo potrebnih hranivima pa za tla koja su nepovoljnijeg hranidbenog potencijala, treba pojačano gnojiti, ali opet voditi računa o zaštiti podzemnih i pitkih voda i tala.

Poznata je činjenica da postoje razlike u kemijskom sastavu zrna između pojedinih hibrida, da pojedini hibridi imaju veću hranidbenu vrijednost i da gnojidba dušikom povećava urod i koncentraciju sirovih proteina u zrnu (Vukobratović i sur., 2008; Babnik i sur., 2002). Plavšić i sur. (2009.) su istraživali utjecaj gnojidbe dušikom na urod zrna i visinu biljaka komercijalnih hibrida i utvrdili značajan do vrlo značajan utjecaj N na urod zrna i visinu biljaka svih ispitivanih hibrida.

### 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Terenska istraživanja

Utjecaj organske gnojidbe na prinos, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost zrna kukuruza istraživani su tijekom 2010. godine na pokušalištu Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima. Postavljen je gnojidbeni pokus po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja. Za potrebe pokusa korišten je kompostirani stajski gnoj iz četiri različite proizvodnje: goveđi, konjski i pileći gnoj, te separat svinjske gnojovke. Gnoj je kompostiran na način da su formirane hrpe piramidalnog oblika 2 x 2 x 1 m, koje su po potrebi vlažene i povremeno ručno miješane radi prozračivanja. Proces kompostiranja trajao je 9 mjeseci, a tako dobivenim kompostom izvršena je gnojidba tla. Gnojidbene varijante bile su sljedeće: I – kontrola bez gnojidbe, II – mineralna gnojidba (200 kg/ha N, 150 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 300 kg/ha K<sub>2</sub>O), III – 10 t/ha komposta od goveđeg gnoja, IV- 10 t/ha komposta od konjskog gnoja, V – 10 t/ha komposta od separata svinjske gnojovke, VI – 6 t/ha komposta od pilećeg gnoja. Veličina svake parcele iznosila je 70 m<sup>2</sup> (7x10 m).



Slika 5. Gnojidba parcela

(Izvor: Ž. Vukobratović)



Prije postavljanja pokusa izvršena je kemijska analiza tla: pH reakcija tla u vodi i KCl otopini, sadržaj humusa bikromatnom metodom i biljci pristupačni fosfor i kalij po metodi Egner-Riehm-Domingo (Paige,1982). Izvršena je kemijska analiza komposta: pH reakcija određena je elektrometrijskim mjerenjem u suspenziji 1;10 w/v uzorak:voda, a električnog konduktiviteta 1:5 w/v uzorak:voda (Tiquia i Tam, 2000): ukupni dušik određen je prevođenjem dušika iz svježeg uzorka u amonijski oblik, destilacijom u bornoj kiselini i titracijom s H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ISO, 1995): fosfor i kalij određeni su iz osnovne otopine dobivene digestijom pepela klorovodičnom kiselinom (tako pripremljena matična otopina koristi se za određivanje koncentracije fosfora i kalija); koncentracija ukupnog P utvrđena je spektrofotometrijom fosfor-vanadomolibdenskom metodom, a K plamenom fotometrijom. Analize tla i organskih gnojiva obavljene su u laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u križevcima.

U pokusu je posijan hibrid kukuruza Pioneer PR38A24, FAO skupine 300. Karakteristika ovog hibrida je da je to tvrdi zuban visokog prinosa čije zrno odlikuje odlična kvaliteta i stabilnost. Vrlo dobro se prilagođava niskoj i visokoj gustoći sklopa. Ima dobru tolerantnost na sušu, preporučeni sklop 70-75.000 biljaka/ha.

Berba je obavljena ručno, a istovremeno je izvršeno i uzorkovanje zrna. Pravilno uzorkovanje je izuzetno važno u postupku dobivanju objektivnih rezultata kemijske analize, a potom i u postupku objektivne ocjene vrijednosti krmiva. Uzorak mora biti reprezentativan, odnosno svojim karakteristikama mora što realnije predstavljati cjelokupnu masu krmiva iz koje je uzorkovan. Uzorci su pakirani u odgovarajuću ambalažu i označeni bar kod naljepnicom koja omogućava jedinstveno obilježavanje uzoraka i sadrži podatke o naručiocu analize. Pravilno zapakirani i označeni uzorci u odgovarajućoj ambalaži dopremljeni su u laboratorij Odjela za kontrole kvalitete stočne hrane Hrvatske poljoprivredne agencije.

### ***3.2. Laboratorijska istraživanja***

Kemijski sastav zrna kukuruza ispitan je po Weende metodi. Weende analiza je pokazatelj potencijalne hranjive vrijednost pojedinih krmiva, a najviše se koristi za procjenu energetske vrijednosti krmiva. Na primjer, ako krmivo sadrži puno sirovih vlakana vjerojatno će imati malo iskoristive energije za piliće, a ako sadrži malo sirovih

vlakana i puno sirovih masti vjerojatno će imati visok sadržaj iskoristive energije za piliće. Analiza ne pokazuje kvalitetu i dostupnost hranjivih tvari iz krmiva. Weende analiza je kvantitativna analiza, te ima mnogo nedostataka: nerealno procjenjuje sadržaj sirovih hranjivih tvari, ne pokazuje kvalitetu osnovne hranjive tvari i ne pokazuje iskoristivost hranjivih tvari iz krmiva u različitim vrsta životinja. Da bi što točnije i potpunije procijenili hranjivu vrijednost krmiva mora se odrediti i sadržaj ostalih hranjivih tvari (aminokiselina, masnih kiselina, mineralnih elemenata i vitamina) te biološkim metodama njihova iskoristivost u životinjama (Grbeša, 2004).

Prije stavljanja u postupak uzorci se moraju pripremiti, odnosno usitniti na veličinu čestica od 1 mm i homogenizirati. U Odjelu za kontrolu kvalitete stočne hrane koriste se mlinovi prikazani na slikama 1. i 2. Tako pripremljeni stavljaju se u posude u kojima se čuvaju.



Slika 6. Mlin za krupno mljevenje uzoraka      Slika 7. Mlin za sitno mljevenje uzoraka

(Izvor: M. Premec)

### **3.2.1. Utvrđivanje sadržaja vode i suhe tvari**

Sva krmiva se u načelu sastoje od dvije osnovne komponente: vode i suhe tvari. Voda je u krmivima fiziološki vezana ili dodana prilikom proizvodnog procesa dok suhu tvar čine preostale hranjive tvari: ugljikohidrati, masti, proteini, minerali, vitamini i dr.

**Postupak:**

Sadržaj vode u nekom krmivu određuje se vaganjem uzorka prije i nakon sušenja pri temperaturi od 105°C . U ohlađene vagnute posudice važemo 5 g uzorka. Uzorak važemo u paraleli, a nakon toga stavljamo ih u sušionik na 105°C na 4 sata. Uzorak sušimo do konstantne težine (slike 3., 4. i 5.). Sadržaj vlage se izračuna po jednadžbi:

$$\text{Sadržaj vlage (\%)} = [(m_1 - m_2) / m_1] \times 100$$

$m_1$  - masa uzorka uzetog za analizu u gramima

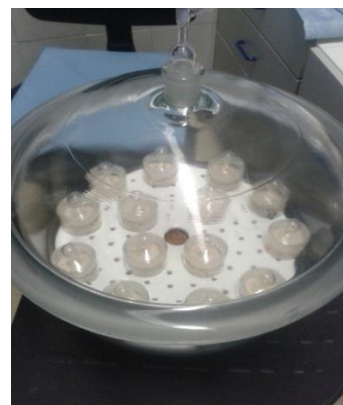
$m_2$  - masa uzorka prije sušenja u gramima



Slika 8. Sušionik



Slika 9. Uzorci



Slika 10. Eksikator

(Izvor: M. Premec)

**3.2.2. Utvrđivanje sadržaja pepela**

Sirovi pepeo je mineralni ostatak dobiven spaljivanjem organske tvari uzorka na 550°C, a izražava se u postocima. Pepeo, u grubo, pokazuje ukupni sadržaj minerala u stočnoj hrani. Međutim, pepeo može sadržavati organske sastojke, kao što su sumpor i fosfor iz bjelančevina, dok neke tvari kao što su natrij, kalij, klor, jod, selen, arsen i sumpor tijekom spaljivanja ishlape.

**Postupak:**

Da bi se odredio sadržaj ukupnih minerala potrebno je: žariti lončiće na temperaturi 550 °C 30 minuta. Nakon što u peći padne temperatura na 150-200 °C lončići se vade i stavljaju u sušionik da se ohlade. U njih se zatim važe 5 g uzorka i spaljuje na 550 °C 3 sata. Slika 6. prikazuje peć za žarenje u laboratoriju Odjela za kontrolu kvalitete stočne hrane HPA. Nakon spaljivanja hlade se u sušioniku i važu. Sadržaj pepela izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$\text{Sadržaj sirovo pepela (\%)} = ((m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)) \times 100$$

$m_0$  = masa prazne posudice

$m_1$  = masa posudice s uzorkom

$m_2$  = masa posudice s pepelom



Slika 11. Peć za žarenje

(Izvor: M. Premec)



Slika 12. Aparat za destilaciju proteina po Kjeldalhu

(Izvor: M. Premec)

### **3.2.3. Utvrđivanje sadržaja sirovoga proteina**

Sirove bjelančevine u krmivima određuju se mjerenjem sadržaja dušika, tj. množenjem sadržaja dušika sa faktorom koji ovisi o vrsti tvari. Sadržaj dušika se određuje modificiranom Kjeldahl metodom. Faktor iznosi 6,25 za sva krmiva osim mlijeka i mliječnih proizvoda (6,38) te za želatinu (5,38).

#### **Postupak:**

U epruvetu za destilaciju odvagane se 0,5-1,0 g uzorka s točnošću na 4 decimale, doda se katalizator i 10 ml koncentrirane H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, promućka i poklopi. Tako pripremljen uzorak stavi se u blok za spaljivanje, zagrijan na 420°C. Uzorak se spaljuje dok se otopina ne obezboji. Spaljivanje se vrši u digestoru. Tim postupkom N je preveden u amonijev sulfat. Kada se uzorak ohladi na sobnoj temperaturi, čep se ispere destiliranom vodom i uzorak razrijedi. Razrijeđen uzorak zaluži se sa 40% NaOH, pri čemu se oslobađa amonijak koji se destilira vodenom parom. Destilat (amonijev hidroksid) hvata se u tikvicu (Slika 9) koja sadrži 25 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> i smjesom indikatora pri čemu se boje mijenjaju iz crvene u zelenu. Uzorak se titrira s 0,1M HCl do pojave crvene boje (Slika 7).

Određivanje se vrši u paraleli, a sadržaj ukupnog N izračunava se prema formuli:

$$\text{Sadržaj sirovog proteina (\%)} = ((V(\text{HCl}) \times c(\text{HCl}) \times f \times M(\text{N}))/m) \times 100$$

V( HCl ) = volumen utrošene kloridne kiseline

m = masa uzorka (mg)

M ( N ) = molarna masa dušika

c (HCl) x f = koncentracija kloridne kiseline

### **3.2.4. Utvrđivanje sadržaja sirovih masti**

Sirove masti ili eterni ekstrakt je klasična empirijska metoda određivanja sadržaja lipida koja se temelji na ekstrakciji uzorka s otapalom sa ili bez hidrolize. Sadržaj sirovih masti se određuje u odgovarajućoj aparaturi Soxhlet ili Goldfish ekstrakтора (slika 8). Prema EU metodi A sirova mast se određuje ekstrakcijom uzorka petrol eterom, a prema američkom AOAC sa dietil eterom na 40-60°C i suhi ostatak uzorka se važe. Ovako određen sadržaj

sirovih masti povećanjuje sadržaj lipida u krmivima u kojima se oni nalaze u netopivom obliku kao što su fosfolipidi i lipoproteini, soli masnih kiselina ili sapuni.



Slika 13. Ekstrakcija masti po Soxletu

(Izvor. M. Lešić)

***Postupak:***

U tuljac za ekstrakciju odvagane se 1g uzorka sa točnošću na 4 decimale i pokrije vatom. Tuljac se prenosi u ekstraktor i uzorak se ekstrahira dietil-eterom (Slika 8). Nakon ekstrakcije otapalo se upari, a lončić s ekstraktom osuši u sušioniku do konstantne mase, ohladi i izvaži. Sadržaj sirovih masti u uzorku se računa prema jednadžbi:

$$\text{Sadržaj sirovih masti (\%)} = ((m_3 - m_2) / m_1) \times 100$$

$m_1$  - masa uzorka

$m_2$  - masa praznog lončića

$m_3$  - masa lončića nakon ekstrakcije

### 3.2.5. Utvrđivanje sadržaja sirovih vlakana

Sirova vlakna predstavljaju organski ostatak hrane koji se nije otopio pri kuhanju u otopini 0,225 M sumporne kiseline i zatim 0,313 M otopini natrijeve lužine sukladno proceduri Henneberg i Stohmann (1859). Cilj određivanja sirovih vlakana je odvojiti visoko probavljive od nisko probavljivih ugljikohidrata. Metoda se temelji na pretpostavci da otapanje u razblaženoj kiselini pa lužini oponaša proces probave u probavnom sustavu životinja. Nadalje sadržaj sirovih vlakana je pokazatelj energetske vrijednosti krmiva, a visoki sadržaj sirovih vlakana je znak niske dostupnosti energije. Analizom sirovih vlakana ne određuju se u potpunosti svi sastojci vlaknine voluminozne krme, već samo 50 -80% celuloze, 25% hemiceluloze i 10-50% lignina, a pektini i silikati se ne određuju (Van Soest, 1964). Sirova vlakna određuju se u laboratoriju Odjela za kontrolu kvalitete stočne hrane na analizatoru Fibercap prikazanom na slici 9.



Slika 14. Analizator Fibercap za određivanje sirovih vlakana

(Izvor: M. Premec)

#### **Postupak:**

U izvaganu Fiber Cap suhu kapsulu kapsulu (m1) s poklopcem izvaže se 1 g uzorka (m2). Kapsula se zatvori te se uzorak odmasti u uronjenu posudu s acetonom (za uzorak s 1-9 %

masti preporučljivo a one koje imaju 10 % obavezno). Takav uzorak se uroni u posudu sa vrućom  $H_2SO_4$  (0,128 M) poklopi sa hladilom i lagano zagrijava pola sata, a nakon zagrijavanja kapsula se tri puta ispere sa vrućom destiliranom vodom. Zatim se ponovno uroni u vruće otapalo NaOH (0,233 M) te poklopi hladilom. Lagano se ponovno grije pola sata i uzorak se ponovno ispere sa vrućom destiliranom vodom tri puta. Nakon što se kapsula s uzorkom osuši pri 130 °C (m3), prenese se u prethodno odvagani lončić za žarenje (m4) i žari do konstantne mase pri 600 °C. Sadržaj sirovih vlakana se računa prema jednadžbi:

$$\text{Sadržaj sirovih vlakana (\%)} = ((m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)) \times 100$$

$m_0$  = masa prazne posudice

$m_1$  = masa posudice s uzorkom

$m_2$  = masa posudice s pepelom

Metabolička energija (ME) izračunata je prema DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1997). Neto energija u obliku NEL-a izračunata je na osnovi metaboličke energije i koeficijenta njenoga iskorištenja.

Statistička obrada podataka obavljena je računalnim programom Statgraphics Centurion XV STSC Inc. Version 15.1.02., (2006).



## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Rezultati terenskih istraživanja

#### 4.1.1 Agroklimatski uvjeti

Agroklimatski uvjeti tijekom godine bili su relativno povoljni za uzgoj kukuruza (tablica 1). Srednja godišnja temperatura bila je nešto viša nego od tridesetogodišnjeg prosjeka za lokaciju Križevci (11,6/9,9 °C) što kukuruзу odgovara s obzirom da je toploljubiva kultura (Pucarić, 1997). Količina oborina bila je manja od višegodišnjeg prosjeka (785,1 mm) za 8 %. Budući da potrebnu količinu vode biljci osiguravaju oborine tijekom vegetacije, ali i one u ranom proljetnom razdoblju, u postizanju zadovoljavajućih prinosa voda nije bila ograničavajući čimbenik. U ožujku i lipnju pala je veća količina oborina, a tijekom čitavog ljeta njihov raspored je bio veoma povoljan (tablica 1).

Kovačević i sur. (1994) su prikazali rezultate proizvodnje kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju 1960 -1989. g. Prosječan prinos zrna bio je 3,81 t/ha, a variranja godišnjih prinosa od 2,45 do 5,33 t/ha. Oborine u razdoblju svibanj/kolovoz (1960-1989) bile su 214 mm (Osijek) i 249 mm (Podravska Slatina). Prinosi kukuruza u godinama s ispodprosječnim količinama oborina u tom razdoblju bili su u određenoj vezi s nešto nižim prinosima kukuruza, osobito na području Vukovara.

Tablica 1. Osnovni klimatski podatci u periodu vegetacije

| Mjesec | Srednja temperatura, °C | Temperatura, °C |      | Oborine, mm | Broj dana s oborinama |
|--------|-------------------------|-----------------|------|-------------|-----------------------|
|        |                         | Min             | Max  |             |                       |
| III    | 6,9                     | 1,8             | 13,4 | 97,2        | 18                    |
| IV     | 11,6                    | 8,0             | 16,2 | 30,8        | 14                    |
| V      | 17,0                    | 11,1            | 25,6 | 27,3        | 8                     |
| VI     | 20,4                    | 13,6            | 25,7 | 153,5       | 13                    |
| VII    | 21,0                    | 14,5            | 25,9 | 66,8        | 14                    |
| VIII   | 20,6                    | 15,6            | 25,7 | 51,9        | 8                     |
| IX     | 14,5                    | 8,6             | 24,0 | 68,7        | 12                    |
| X      | 11,5                    | 6,7             | 18,6 | 74,0        | 11                    |

Špoljar i sur. (2009.) dobiva ujednačene prinose zrna kukuruza unatoč nepovoljnim klimatskim prilikama, jer je, prema njemu, kukuruz usjev sa povećanom otpornosti na sušu. Naime, pri uzgoju kukuruza utvrđen je signifikantno manji sadržaj vlage kod točke venuća u odnosu na druge usjeve uzgajane u plodoredu, što može biti jedan od razloga njegove veće otpornosti na sušne uvjete. Plavšić i sur. (2009.) navode da godina kao čimbenik, iako različita po količini oborina (mm) i prosječnoj temperaturi zraka (°C) u vegetaciji, nisu imale statistički značajnog utjecaja na urod zrna kukuruza. Rezultati ukazuju da neki hibridi kukuruza imaju veću tolerantnost na utjecaj godine, a to možemo povezati sa oplemenjivačkim radom tijekom kojeg su kreirani hibridi sa većom prilagodbom uvjetima koji su karakteristični za uzgojno područje istočne Hrvatske.

#### ***4.1.2. Kemijska svojstva komposta i tla***

Kemijska svojstva komposta korištenih u pokusu prikazana su na tablici 2. pH vrijednost goveđeg, konjskog i pilećeg komposta iznad 9 pokazuje da procesi razgradnje organske tvari još nisu završili i da bi to svojstvo moglo biti ograničavajući čimbenik u uzgoju kukuruza. Izuzetak je kompost iz svinjskog gnoja čija je pH reakcija blizu neutralne. pH vrijednost blizu neutralne Thompson (2001) smatra izuzetno povoljnom, s obzirom da je tada pristupačnost osnovnih hranjivih elemenata najbolja. S druge strane, visoka pH vrijednost komposta mogla bi imati povoljno djelovanje i ublažiti suvišnu kiselost tla (pH u 1M KCL = 5,00).

Električni konduktivitet (EC) je pokazatelj topljivih soli u kompostu. Niski EC može značiti nisku plodnost, a previsoka koncentracija soli može djelovati fitotoksično (Lončarić sur., 2005), što se očituje u zaustavljanju klijanja ili usporavanju rasta korijena (Thompson, 2001). Kompost od pilećeg gnoja je, zbog visokog EC ( $12,15 \text{ dSm}^{-1}$ ), iskazivao fitotoksičnost i u smjesi s tlom sve do omjera 1:3 (Vukobratović, 2008). Problematičan bi još mogao biti i kompost od konjskog gnoja, dok najpovoljniji EC ima svinjski kompost.

Tablica 2. Kemijska svojstva komposta i tla

| Vrsta gnojiva/tlo | pH <sub>HOH</sub> (1:10) | EC dSm <sup>-1</sup> (1:5) | Organski C, % | N gkg <sup>-1</sup> | P gkg <sup>-1</sup>                                  | K gkg <sup>-1</sup>                     |
|-------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------------|--|---|
| goveđi            | 9,34                     | 5,31                       | 271,2         | 15,82               | 13,41  | 7,76                                    |
| konjski           | 9,23                     | 8,75                       | 261,9         | 17,86               | 11,87  | 10,54                                   |
| svinjski          | 6,88                     | 4,36                       | 214,8         | 18,11               | 47,03  | 1,25                                    |
| pileći            | 9,25                     | 12,15                      | 363,2         | 31,28               | 25,95  | 7,45                                    |
|                   | pH <sub>HOH</sub>        | pH <sub>KCl</sub>          | Humus, %      | N gkg <sup>-1</sup> | Al- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mgkg <sup>-1</sup> | Al- K <sub>2</sub> O mgkg <sup>-1</sup> |
| tlo               | 6,00                     | 5,00                       | 1,6           | 0,90                | 84,3   | 85,3                                    |

Najmanje organskog ugljika ima kompost od separata svinjske gnojovke, što je očekivano, s obzirom da ona ne sadrži nikakvu stelju, a najveći je kod pilećeg gnojiva, što je posljedica velikog udjela piljevine koja sadrži više teže razgradivih spojeva (lignina). Dušik je makroelement neophodan za rast i razvoj svih živih bića, jer je sastavnica bjelančevina, pigmenta, nukleinskih kiselina i drugih dušičnih spojeva svake žive stanice. Prema sadržaju ukupnog dušika izdvajaju se pileći kompost s najvišom razinom ukupnog dušika (31,3 g N kg<sup>-1</sup>). Iako nije izračunat utjecaj pojedinih elemenata na koncentraciju hranjivih tvari, vjerojatno je viši sadržaj dušika u kompostu utjecao na povišenje razine sirovoga proteina u zrnu kukuruza. Fosfor i kalij spadaju u skupinu makroelemenata neophodnih za rast i razvoj biljke, pa je važno da ih kompost, kao organsko gnojivo sadrži u što većim količinama. Koncentracije makroelemenata u pojedinim kompostima dobivenim iz različitih stajskih gnojiva podudaraju se s rezultatima ranijih istraživanja (Kotaro i sur., 2005; Michel Jr. i sur., 2004; Tam i Tiquia, 1996).

Kemijskom analizom tla (tablica 2) utvrđena je kisela reakcija, nizak sadržaj humusa i slaba opskrbljenost fosforom i kalijem. Tlo ovih svojstava, slabe plodnosti, nije najpogodnije za ekološku proizvodnju prije nego se izvrše mjere popravka (kalcizacija i humizacija).

### 4.1.3. *Prinos*

Prinos zrna kukuruza, izražen na 14 % vlage, kretao se između 11,28 t ha<sup>-1</sup> do 14,95 t ha<sup>-1</sup>. Najveći ostvareni prinos (14,95 t ha<sup>-1</sup>) utvrđen je kod tretmana II, gdje je korišten mineralni gnoj, dok su prinosi ostalih tretmana, kod kojih su korištena organska gnojiva, znatno manji (23 – 32%) i statistički se ne razlikuju od prinosa ostvarenim na kontrolnoj/negnojenoj varijanti (tablica 3). Iako je dodana količina dušika bila približno ista (od 180 na varijanti gnojenoj konjskim i svinjskim kompostom do 200 kg ha<sup>-1</sup> na mineralnoj gnojidbi), ostvarene statistički značajne razlike (P<0,01) mogu se objasniti upravo utjecajem dušika. U mineralnom gnoju on se nalazi u lako pristupačnom obliku i biljci je odmah na raspolaganju, a iz komposta se postupno oslobađa i tijekom prve godine svega je oko 50% dostupno biljci.

Tablica: 3. Prinos zrna kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri                 | Vrste gnojiva    |                  |                  |                  |                  |                   | Značajnost       |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
|                                      | Kontrola         | Mineralni        | Govedi           | Konjski          | Svinjski         | Pileći            |                  |
| <b>Prinos,</b><br>t ha <sup>-1</sup> | <b>11,30</b> c B | <b>14,95</b> a A | <b>11,37</b> c B | <b>12,17</b> b B | <b>11,28</b> c B | <b>11,52</b> bc B | P<0,05<br>P<0,01 |

a, b .... P 0,05 Razlike srednjih vrijednosti označene istim slovima nisu značajne  
A, B .... P 0,01

Plavšić i sur. (2009.) utvrđuju da je u pokusu urod zrna kukuruza pozitivno reagirao na pojačanu gnojidbu dušikom (200 kg N ha<sup>-1</sup>) sa statistički vrlo značajno (p<0,01) većim urodom (8,94 t ha<sup>-1</sup>) prema varijanti bez gnojidbe N. Velik utjecaj dušika na prinos i na koncentraciju sirovih proteina utvrdili su Ahmadi i sur. (1995), Bertić i sur. (2006 i 2007), Dragičević i sur. (2010). Svečnjak i sur. (2007.) dobivaju slične rezultate prinosa zrna kukuruza istražujući dva hibrida u optimalnim i naknadnim rokovima sjetve. U optimalnim uvjetima prinos se kretao od 10,57 do 11,02 t ha<sup>-1</sup>. Također Pavičić i sur. (2009.) istražujući četiri hibrida na tri lokaliteta tijekom tri klimatski različite godine ostvaruju prinose do 13627 kg ha<sup>-1</sup>.

## 4.2. Rezultati laboratorijskih istraživanja

### 4.2.1. Sadržaj suhe tvari

Količina vode u krmivu zanimljiva je iz dva osnovna razloga:

- o količini vode ovisi hranidbena vrijednost krmiva, pa krmiva s više vode sadrže manje hranjivih tvari, manja im je hranjiva vrijednost i cijena,
- o količini vode u krmivu ovisi mogućnost njegova uskladištenja, odnosno opasnost od kvarenja, prevlažno krmivo pogodan je medij za razvoj mikroorganizama (bakterija, plijesni) i drugih procesa kvarenja pri čemu se često oslobađaju neželjeni produkti koji mogu umanjiti ukusnost krmiva ili pak štetno djelovati na zdravlje životinja.

Po sadržaju vode krmiva dijelimo u dvije osnovne skupine:

- krmiva s visokim sadržajem vode (70- 90%), kao što su zelena krmiva (paša, livadne trave, zeleno krmno bilje sa oranica) gomoljače i korjenjače (krumpir, repe), vodenasti nusprizvodi prehrambene industrije (sviježi repini rezanci, svježi pivski trop) i njima slična krmiva,
- krmiva s niskim sadržajem vode (5-15%), ili tzv. zračno suha krmiva, kao što je zrnje žitarica, uljane pogače i sačme, meso i riblje brašno, sijeno, slama i kukurozovina.

Sadržaj vlage u zrnju kukuruza u berbi kretao se od 23,20 do 23,53 %, a sukladno tome sadržaj suhe tvari kretao se od 76,47 do 76,20 %. Za ovo svojstvo nije utvrđena statistički značajna razlika ovisno o vrsti upotrijebljenog organskog gnoja (tablica 4). Iako je ovo prva analiza koja se vrši u laboratorijima, uobičajeno se ne prikazuje, s obzirom da se prinos izražava na temelju 14 % vlage, a hranjiva vrijednost kukuruza kao krmiva na 12 % vlage.

Tablica: 4. Sadržaj suhe tvari u zrnju kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri | Vrste gnojiva                |              |              |              |              |              |
|----------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | Kontrola                     | Mineralni    | Goveđi       | Konjski      | Svinjski     | Pileći       |
| <b>Suha tvar (%)</b> | <b>76,64</b> <sup>n.s.</sup> | <b>76,53</b> | <b>76,55</b> | <b>76,80</b> | <b>76,65</b> | <b>76,47</b> |

Prema Svečnjaku i sur. (2007.) vegetacijska sezona ima velik utjecaj na sadržaj vode u zrnu kukuruza u berbi, međutim rezultati koje navode ovi autori (33,3 – 34,9 % vode kod sjetve u optimalnim rokovima) u suglasju su s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju (33,20 – 33,53 % vode). Rensch i Shaw (1971.) govore da sadržaj vode u zrnu u fiziološkoj zrelosti varira ovisno o hibridu i datumu sjetve od 27,6 – 37,7 %.

#### 4.2.2. Sadržaj sirovog pepela

Pepeo je u krmivima sastavljen od makroelemenata i mikroelemenata. Makroelementi su minerali koji su potrebni životinjama u većim količinama, od kojih su esencijalni: Ca, P, K, Cl, Na, S, Mg, a mikroelemnti su minerali koji su potrebni životinjama u malim količinama, a od kojih su esencijalni: Fe, Cu, Co, Zn, J, Mo, Se i Cr. Sadržaj pepela u zrnu kukuruza kretao se od 1,45 % na varijanti gnojenog svinjskim kompostom i kompostom od peradi do 1,50 % u varijanti gnojenoj mineralnim gnojem. Iako je zabilježena razlika u sadržaju pepela ovisno o gnojidbenim varijantama, ona nije statistički značajna.

Tablica: 5. Sadržaj pepela u zrnu kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri | Vrste gnojiva               |             |             |             |             |             |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | Kontrola                    | Mineralni   | Goveđi      | Konjski     | Svinjski    | Pileći      |
| <b>Pepeo (%)</b>     | <b>1,46</b> <sup>n.s.</sup> | <b>1,50</b> | <b>1,49</b> | <b>1,48</b> | <b>1,45</b> | <b>1,45</b> |

#### 4.2.3. Sadržaj sirovih proteina

U sirove proteine spadaju dvije osnovne skupine hranjivih tvari: prave bjelančevine ili pravi proteini i amidi. Bjelančevine su sastavljene od dugačkog lanca aminokiselina, a aminokiseline stočne hrane se prema hranidbenoj vrijednosti dijele na esencijalne, poluesencijalne i neesencijalne. Esencijalne aminokiseline izuzetno su bitne za životinjski organizam, koji ih nije u stanju sintetizirati, pa ih treba redovito primati u hrani. To su: arginin, leucin, lizin, treonin, triptofan, histidin, valin, metionin, cistin i fenilalanin. Uloga bjelančevina u organizmu životinja je mnogostruka. Pored energetske uloge bjelančevine ulaze u izgradnju svih tvrdih i mekih tkiva organizma, sastavni su dio mnogih enzima i hormona te sudjeluju u prometu i regulaciji hranjivih tvari u organizmu.

Sadržaj sirovih proteina u zrnu kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama prikazan je u tablici 5. Najniža vrijednosti sirovih proteina u zrnu kukuruza ( $72,23 \text{ g kg}^{-1}$ ) izmjerena je na varijanti gnojenoj kompostom od goveđeg gnoja i statistički se ne razlikuje od vrijednosti dobivenih na kontrolnoj varijanti i na varijantama gnojenim konjskim i svinjskim kompostom. Statistički značajno veće vrijednosti ( $P < 0,01$ ) dobivene su na varijantama gnojenim kompostom od pilećeg gnoja ( $86,79 \text{ g kg}^{-1}$ ) i na varijanti gnojenoj mineralnim gnojem ( $98,28 \text{ g kg}^{-1}$ ).

Tablica: 6. Sadržaj sirovih proteina u zrnu kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri                       | Vrste gnojiva               |                             |                             |                               |                              |                              | Značajnost               |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
|  | Kontrola                    | Mineralni                   | Goveđi                      | Konjski                       | Svinjski                     | Pileći                       |                          |
| <b>Proteini,</b><br>( $\text{g kg}^{-1}$ ) | <b>72,50</b> <sup>c C</sup> | <b>98,28</b> <sup>a A</sup> | <b>72,23</b> <sup>c C</sup> | <b>79,16</b> <sup>bc BC</sup> | <b>74,08</b> <sup>c BC</sup> | <b>86,79</b> <sup>b AB</sup> | $P < 0,05$<br>$P < 0,01$ |

a, b .... P 0,05 Razlike srednjih vrijednosti označene istim slovima nisu značajne  
A, B .... P 0,01

Poznato je da na sadržaj proteina u zrnu kukuruza utječu brojni čimbenici poput ostvarenog prinosa, gnojidbe dušikom, agroekoloških uvjeta i hibrida koji se uzgaja. Svečnjak i sur. (2007.) dobivaju rezultate slične našima, mada ističu da vegetacijska sezona, rok sjetve, a niti hibrid nisu statistički značajno utjecali na sadržaj proteina.

#### 4.2.4. Sadržaj sirove masti

Sve tvari koje se u krmivima mogu ekstrahirati organskim otapalima nazivamo sirove masti ili eterski ekstrakt (Pintiće, 2004.). Sirove masti obuhvaćaju tvari različitog sastava i hranidbene vrijednosti, a svrstavamo ih u 3 osnovne skupine: prave masti (trigliceridi), lipidi, „pratioci masti“.

*Prave masti* – trigliceridi sastavljene su od masnih kiselina i glicerina, a najveći su dio sirovih masti. Pored visoke energetske vrijednosti prave masti su i važni izvori esencijalnih masnih kiselina, koje organizam, poput esencijalnih aminokiselina, ne može sintetizirati u vlastitim tkivima. *Lipidi* – osim masti sadrže i neke druge tvari (fosforu kiselinu, organske baze). U stočnoj hrani dolaze u manjem opsegu. „*Pratiocne masti*“ – sačinjavaju

slijedeće organske tvari: klorofil, vitamini topivi u mastima, karotenoidi i druge tvari. Količina i kvaliteta masti u stočnoj hrani interesira nas iz više razloga: služe kao izvor esencijalnih masnih kiselina, služe kao izvor energije, zbog mogućeg učinka na sastav i kvalitetu masi u tkivima životinja i životinjskim proizvodima u pogledu masnokiselinskog sastava, konzistencije boje i mirisa, služe kao izvor tvari s određenim biološkim svojstvima, količina i kvaliteta masti u stočnoj hrani utječe i na održivost odnosno kvarljivost.

Sadržaj sirovih masti u zrnu kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama prikazan je u tablici 6. Najniža vrijednosti sirovih masti ( $40,35 \text{ g kg}^{-1}$ ) izmjerena je na kontrolnoj varijanti, koja se statistički ne razlikuje od vrijednosti dobivene na varijanti gnojenoj mineralnim gnojem ( $40,95 \text{ g kg}^{-1}$ ). Iako je sadržaj masti u zrnu kukuruza gnojenog konjskim ( $41,23 \text{ g kg}^{-1}$ ), pilećim ( $43,50 \text{ g kg}^{-1}$ ) i svinjskim ( $44,20 \text{ g kg}^{-1}$ ) kompostom veća od najnižih vrijednosti, nije statistički značajno različita. Najveći sadržaj masti i statistički značajno veći od najnižih ( $P < 0,01$ ) dobiven je na varijanti gnojenoj goveđim kompostom ( $46,78 \text{ g kg}^{-1}$ ).

Tablica: 7. Sadržaj sirovih masti u zrnu kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri                    | Vrste gnojiva               |                             |                             |                              |                               |                               | Značajnost               |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|   | Kontrola                    | Mineralni                   | Goveđi                      | Konjski                      | Svinjski                      | Pileći                        |                          |
| <b>Masti,</b><br>( $\text{g kg}^{-1}$ ) | <b>40,35</b> <sup>b B</sup> | <b>40,95</b> <sup>b B</sup> | <b>46,78</b> <sup>a A</sup> | <b>41,23</b> <sup>b AB</sup> | <b>44,20</b> <sup>ab AB</sup> | <b>43,50</b> <sup>ab AB</sup> | $P < 0,05$<br>$P < 0,01$ |

a, b ....  $P < 0,05$  Razlike srednjih vrijednosti označene istim slovima nisu značajne  
A, B ....  $P < 0,01$

Svečnjak i sur. (2007.) dobivaju nešto niže rezultate pa se u njihovim istraživanjima navodi sadržaj masti u zrnu od 3,49 – 3,84 % ovisno o hibridu, odnosno 3,47 – 3,86 % ovisno o proizvodnoj godini i roku sjetve.

U neki ranijim istraživanjima (Stekar i sur. 1990; Babnik i sur. 2002) utvrđeno da zrno bogato mastima istovremeno ima i više sirovih bjelančevina, u ovom istraživanju dobiveni su suprotni rezultati. Statistički značajno više ( $P < 0,05$ ) sirovih masti ima zrno s varijanti



gnojnih organskim nego mineralnim gnojem i na ovo svojstvo su vjerojatno utjecali neki drugi čimbenici.

#### 4.2.5. Sadržaj sirovih vlakana

U sirova vlakna spadaju teško probavljivi ugljikohidrati kao što su celuloza, hemiceluloza i lignin. Sirova vlakna su u negativnoj su korelaciji s probavljivošću hranjivih tvari u krmivu i količinom iskoristive energije za stoku. Stoga, što krmivo sadrži više sirovih vlakana to je udio probavljivih tvari u krmivu manji i njihova tržišna vrijednost je manja. Iz tog razloga za većinu važnijih krmiva propisana je gornja dozvoljena količina sirovih vlakana, kao jedan od bitnih kriterija hranidbene vrijednosti stočne hrane. Znatne količine sirovih vlakana prisutne su u tzv. voluminoznim krmivima kao što su sijeno, slama, kukurozovina i slična krmiva. Treba napomenuti da je određena količina sirovih vlakana potrebna za normalno funkcioniranje probave. Naročito je opasna nedovoljna količina sirovih vlakana kod preživača, jer dovodi do teških probavnih poremećaja (kiselih indigestija, proljeva, nadma, lizavosti), kao i do pada masnoće mlijeka.

Sadržaj sirovih vlakana (tablica 7.) kretao se od 19,1 do 20,2 g kg<sup>-1</sup> i između gnojidbenih tretmana ne postoji statistički značajna razlika.

Tablica: 8. Sadržaj sirovih vlakana u zrnu kukuruza ovisno o gnojidbenim varijantama

| Svojstvo                               | Vrste gnojiva               |             |             |             |             |             |
|--|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | Kontrola                    | Mineralni   | Goveđi      | Konjski     | Svinjski    | Pileći      |
| <b>Vlakna</b><br>(g kg <sup>-1</sup> ) | <b>20,0</b> <sup>n.s.</sup> | <b>19,4</b> | <b>19,1</b> | <b>20,2</b> | <b>19,2</b> | <b>19,6</b> |

Prema Grbeši (2008.) zrno kukuruza sadrži najmanje vlakana među žitaricama. Iz tog razloga ima visoku probavljivost, konzumaciju i energetska vrijednost.

#### 4.2.6. Metabolička energija

Domaće životinje moraju svakodnevno hranom dobivati tvari iz kojih crpe energiju. To su uglavnom ugljikohidrati, zatim masti, a najmanje proteini. Energetska vrijednost kukuruza se mjeri kao razlika između energije u zrnu kukuruza i energije ostale nakon odbijanja energije u gubicima. Tijekom transformacije energije kukuruza u energiju proizvoda

energija se može izgubiti u sljedećim fazama: neprobavljenim tvarima u fecesu, neiskorištenim probavljenim tvarima u plinovima i mokraći, te proizvedenoj toplini. Što su gubitci manji, veća je energetska vrijednost kukuruza.

Energetska vrijednost kukuruza pokazuje koliko se kilograma mesa, mlijeka i jaja može proizvesti iz energije kilograma kukuruza kada su ostale potrebne hranjive tvari prisutne u hrani u dovoljnim količinama.

Metabolička energija je energija krmiva u zadržanim hranjivim tvarima u životinji i stoji joj na raspolaganju za metaboličke funkcije.

Neto ili čista energija kukuruza je ona količina energije krmiva koja nakon svih gubitaka ostane životinji za podmirenje potreba osnovnih životnih funkcija. Goveda iskoriste 60 %, a svinje 70 % metaboličke energije kao neto energiju.

Metabolička energija (tablica 8.) i neto energija (tablica 9.) po 1 kg suhe tvari zrna kukuruza najmanje su kod tretmana gnojenog mineralnim gnojem a značajno veće kod svih tretmana gdje je korišten organski gnoj.

Tablica: 9. Dobivena metabolička energija ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri                             | Vrste gnojiva                 |                             |                             |                               |                              |                               | Značajnost       |
|--|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | Kontrola                      | Mineralni                   | Goveđi                      | Konjski                       | Svinjski                     | Pileći                        |                  |
| <b>Metab. energija</b><br>(MJ kg <sup>-1</sup> ) | <b>11,64</b> <sup>ab AB</sup> | <b>11,51</b> <sup>c B</sup> | <b>11,66</b> <sup>a A</sup> | <b>11,56</b> <sup>ac AB</sup> | <b>11,65</b> <sup>a AB</sup> | <b>11,59</b> <sup>ac AB</sup> | P<0,05<br>P<0,01 |

a, b .... P 0,05 Razlike srednjih vrijednosti označene istim slovima nisu značajne  
A, B .... P 0,01

Tablica: 10. Dobiveni NEL ovisno o gnojidbenim varijantama

| Analitički parametri                 | Vrste gnojiva                  |                            |                              |                                 |                            |                                  | Značajnost       |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------|
|                                      | Kontrola                       | Mineralni                  | Goveđi                       | Konjski                         | Svinjski                   | Pileći                           |                  |
| <b>NEL</b><br>(MJ kg <sup>-1</sup> ) | <b>7,35</b> <sup>abc ABC</sup> | <b>7,24</b> <sup>d D</sup> | <b>7,36</b> <sup>ab AB</sup> | <b>7,29</b> <sup>bcd ABCD</sup> | <b>7,36</b> <sup>a A</sup> | <b>7,30</b> <sup>abcd ABCD</sup> | P<0,05<br>P<0,01 |

a, b .... P 0,05 Razlike srednjih vrijednosti označene istim slovima nisu značajne  
A, B .... P 0,01

Dobiveni rezultati nešto su niži od onih dobivenih u ranijim istraživanjima istih autora (Vukobratović i sur., 2008.). Ovi su autori, provodeći trogodišnji pokus i istražujući utjecaj različite gnojidbe na hranjivu vrijednost zrna kukuruza, dobili sljedeće rezultate: ME od 13,19 do 13,25 MJ/kg i NEL-a od 8,14 do 8,20 MJ/kg.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenoga istraživanja dobivenih i obrađenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

1. Prinos zrna kukuruza kretao se između  $11,28 \text{ t ha}^{-1}$  do  $14,95 \text{ t ha}^{-1}$ . Najveći ostvareni prinos ( $14,95 \text{ t ha}^{-1}$ ) utvrđen je kod tretmana u kojem je korišten mineralni gnoj, dok su prinosi tretmana kod kojih su korištena organska gnojiva znatno manji i to za 23 – 32%.
2. Sadržaj vlage u zrnu kukuruza u berbi kretao se od 23,20 do 23,53 %, a sukladno tome sadržaj suhe tvari kretao se od 76,47 do 76,20 %. Za ovo svojstvo nije utvrđena statistički značajna razlika ovisno o vrsti upotrijebljenog organskog gnoja
3. U zrnu kukuruza, iako je s porastom gnojidbe rasla koncentracija sirovih masti, analizom varijance nije utvrđena značajna razlika između različitih gnojidbenih tretmana i koncentracije sirovih masti u zrnu kukuruza.
4. Sadržaj pepela u zrnu kukuruza kretao se od 1,45 % na varijanti gnojenog svinjskim kompostom i kompostom od peradi do 1,50 % u varijanti gnojenoj mineralnim gnojem. Razlika u sadržaju pepela ovisno o gnojidbenim varijantama nije statistički značajna.
5. Najniža vrijednost sirovih proteina u zrnu kukuruza ( $72,23 \text{ g kg}^{-1}$ ) izmjerena je na varijanti gnojenoj kompostom od govedeg gnoja i statistički se ne razlikuje od vrijednosti dobivenih na kontrolnoj varijanti i na varijantama gnojenim konjskim i svinjskim kompostom. Statistički značajno veće vrijednosti dobivene su na varijantama gnojenim kompostom od pilećeg gnoja ( $86,79 \text{ g kg}^{-1}$ ) i na varijanti gnojenoj mineralnim gnojem ( $98,28 \text{ g kg}^{-1}$ ).
6. Najniže vrijednosti sirovih masti izmjerene su na kontrolnoj varijanti i na varijanti gnojenoj mineralnim gnojem. Iako je sadržaj masti u zrnu kukuruza gnojenog konjskim, pilećim i svinjskim kompostom veća od najnižih vrijednosti, nije statistički značajno različita. Najveći sadržaj masti dobiven je na varijanti gnojenoj govedim kompostom.
7. Sadržaj sirovih vlakana kretao se od 19,1 do  $20,2 \text{ g kg}^{-1}$  i između gnojidbenih tretmana ne postoji statistički značajna razlika.

8. Metabolička energija i neto energija po 1 kg suhe tvari zrna kukuruza najmanje su kod tretmana gnojenog mineralnim gnojem a značajno veće kod svih tretmana gdje je korišten organski gnoj.

## 6. LITERATURA

1. Ahmadi, M., Wiebold, W. J., Beuelerin, J. E., Kephard, K. D. (1995): Protein quality of corn hybrids differing for endosperm characteristics and the effect of nitrogen fertilization, *J. Plant Nutr* 18(7): 1471-1481
2. Babnik, D., Sušin, J., Verbič, J. (2002): The effect of nitrogen fertilization of maize on protein concentration and in vitro fermentability of grain, *Jurnal of Central European Agriculture*, 3(3):159-167
3. Bertić Blaženka, Lončarić, Z., Vukadinović, V., Vukobratović Marija, Vukobratović, Ž., Teklić Tihana (2006): Maize yield responses to mineral fertilization, *Cereal research communications* 34 (1) 405-408
4. Bernal, M.P., Perredes, C., Sanchez-Monedero, MA., Cgarra, J. (1998): Maturity and stability of composts prepared with a wide range of organic waste. *Bioresource Technology* 63: 91-99
5. Butorac, A. (1999): *Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb*
6. Dragičević, V., Šimić, M., Videnović, Ž., Sredojević, S., Dumanović, Z. (2010) The change of available nitrogen in dependence on maize tillage systems 697-701, *Opatija*
7. Domaćinović, M.; Antunović, Z.; Džomba, E.; Opačak, A.; Baban, Mirjana; Muži. S. (2015): *Specijalna hranidba domaćih životinja*
8. Gagro, M. (1997): *Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva; Žitarice i zrnate mahunarke, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 1997.*
9. Grbeša, D. (2008): *Bc hibridi kukuruza u hranidbi životinja, Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb*
10. Grbeša, D. (2004): *Metode procjene i tablice kemijskog sastava i hranjive vrijednosti krepkih krmiva, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 2004.*
11. Kovačević, V., Mirta Rastija, J. Brkić, D. Iljkić (2012.): *Utjecaj specifičnosti vremenskih prilika u Hrvatskoj 2010. i 2011. na prinos kukuruza, Agrozanje, vol. 13, br.2. 2012, 199-208*
12. Kovačević V., Šimić D., Šoštarić J., Josipović M. (2007): *Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in Eastern Croatia. Maydica, 52:301-305.*
13. Kovačević V. (2004): *Utjecaj oborinskog režima i svojstava tla na prinose kukuruza u istočnoj Hrvatskoj. Agrozanje 5 (3): 51-57.*

14. Kovačević V., Josipović, M. (1998): Weather and soil limitations for maize growing in the Eastern Croatia Fifth Congress of ESA, Short Communications, Volume II. Zima, Miroslav; Bartološova, M.L.ur.). Nitra: European Society of Agronomy, 1998. 157-158
15. Lešić, M. (2008): Građa zrna, fizikalna i kemijska svojstva Bc hibrida 462 i 723, Diplomski rad, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci
16. Lončarić, Z., Meri Engler, K. Karalić, Gordana Bukvić, Ružica Lončarić, D. Kralik (2005): Ocjena kvaliteta vermikompostiranog goveđeg stajskog gnoja. Poljoprivreda. 11 (1) : 57-63
17. Markulj A., Marijanović M., Tkalec M., Jozić A., Kovačević V. (2010): Effects of precipitation and temperature regimes on maize (*Zea mays* L.) yields in northwestern Croatia. Acta Agriculturae Serbica, XV: 29. 39-45.
18. Paige, A. L. (1982): Methods in Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties, No. 9. American Society of America, Madison, Wisconsin
19. Pavić, M., Stipešević, B., Jambrović, A., Jug, D., Mikić, B., Jug, I., Stošić, M., Teodorović, B. (2009): Utjecaj vremenskih prilika na prinose hibrida kukuruza različitih vegetacijskih grupa, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Zbornik radova, 614-618
20. Pintić, V. (2004): Hranidba domaćih životinja. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Recenzirana skripta. Križevci.
21. Plavšić, H.; Marko Josipović, M.; Andrić, L.; Jambrović, A.; Beraković, I.; Đurkić, H. (2009): Reakcija hibrida kukuruza na gnojidbu dušikom, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Zbornik radova, 619-623
22. Pucarić, A., Ostojić, Z., Čuljat, M. (1997): Proizvodnja kukuruza, Poljoprivredni savjetnik, Zagreb.
23. Ramadoss M., Birch C.J., Carberry P.S., Robertson M, (2004): Water and high temperature stress effects on maize production. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australija. <http://cropscience.org.au>
24. Rench, W.E., Shaw, R.H. (1971): Black layer development in corn. Agron. J. 63, 303-305
25. Statistički ljetopis (2011): Državni zavod za statistiku Zagreb.

26. Stipešević, B., Jug, D., Šamota, D., Jug, I., Kolar, D., Vrkljan B., Birkas, M. (2008): The economic sustainability of secondcrops implementation in organic maize production, *Agronomski glasnik*, 5, 451-463
27. Svečnjak, Z., Varga, B., Grbeša, D., Štafa, Z., Uher, D. (2007): Prinos i kvaliteta vlažnog zrna i klipa kukuruza u optimalnim i naknadnim rokovima sjetve, *Mljekarstvo* 57 (4), 321-335
28. Šiljković, Ž. (2001): Južna Europa u ostvarenju koncepta organske poljoprivrede, *Geoadria*, 6, 93-112
29. Špoljar, A., Kisić, I., Kvaternjak, Ivka, Marenčić, D., Žibrin, D. (2009.): Utjecaj klimatskih uvjeta i značajki tla na prinose usjeva uzgajanih u plodoredu, *Agronomski glasnik*, 3, 183-198
30. Tiquia, S.M. and Tam, N.F.Y. (2000.): Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration. *Bioresource Technology* 72: 1-7.
31. Vukobratović, Marija (2008): Proizvodnja i ocijena kvalitete kompostiranih stajskih gnojiva, doktorska disertacija, Osijek
32. Vukobratović, Marija, Pintiće-Pukec, N., Samobor, V., Vukobratović, Ž., Pintiće, V., Kalember, Đ. (2008): Utjecaj gnojidbe na urod, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost klipa i zrna kukuruza, *Krmiva*, 50 (2008), 3; 137-145.
33. Vukobratović, Ž., Vukobratović, M., Pintiće, V., Poljak, F., Pintiće-Pukec, N., Premec, M. (2010): Utjecaj organske gnojidbe na prinos, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost zrna kukuruza, *Krmiva*, 52 (2010), 3; 157-164.



## SAŽETAK

Zbog sve većeg zanimanja za zaštitu okoliša, povećanje plodnosti tla, ali i zbog mogućnosti dodatnog zapošljavanja stanovništva ruralnih područja, na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima, provedeno je istraživanje o mogućnostima proizvodnje stočne hrane na principima ekološke poljoprivrede. Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja. Veličina parcele svakoga gnojidbenog tretmana iznosila je 70 m<sup>2</sup>, a tretmani su bili: I - kontrola (bez gnojidbe); II - mineralna gnojidba (200 kg ha<sup>-1</sup> N, 150 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 300 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O); III - 10 t ha<sup>-1</sup> komposta od goveđeg gnoja; IV - 10 t ha<sup>-1</sup> komposta od konjskog gnoja; V - 10 t ha<sup>-1</sup> komposta od separata svinjske gnojovke; VI - 6 t ha<sup>-1</sup> komposta od pilećeg gnoja. Istraživanje je provedeno tijekom 2008. s hibridom kukuruza Pioneer PR38A24 FAO grupe 380.

Najveći ostvareni prinos (14,95 t ha<sup>-1</sup>) i najveći sadržaj sirovih proteina (98,28 g kg<sup>-1</sup>) utvrđeni su kod tretmana II (mineralna gnojidba), dok su prinosi gnojidbenih tretmana III – VI, kod kojih su primjenjivana organska gnojiva, manji za 23 – 32%, a sadržaj sirovih proteina za 13 – 36%. Nasuprot tome sadržaj sirovih masti, ME i NEL-a po kg suhe tvari najmanji su kod tretmana II (mineralna gnojidba), a značajno veći kod tretmana gdje su korištena organska gnojiva različitog podrijetla. Analizom varijance utvrđeno je da između svih prosječnih analitičkih parametara postoje statistički značajne razlike na 5%-tnom nivou (P<0,05), dok su razlike na 1%-tnom nivou (P<0,01) utvrđene kod ostvarenoga prinosa i sadržaja sirovoga proteina te NEL-a.

Za zaključiti je da se u ekološkoj proizvodnji i gnojidbom samo organskim gnojivima, neovisno o njihovom podrijetlu, postižu nešto niži prinosi po jedinici površine, međutim zbog pozitivnog učinka organske tvari u tlu, koristi će biti puno veće.

**Ključne riječi:** *zaštita okoliša, organska gnojiva, zrno kukuruza, kemijski sastav, hranidbena vrijednost*

## SUMMARY

Following the increased interest in environment protection and increasing of the soil fertility, as well as the possibility of additional employment of the inhabitants in the rural area, a research into the possibilities to produce animal feeding stuffs was conducted on the experimental field of the College of Agriculture at Križevci. The experiment was set in a randomized block scheme with four repetitions. The size of the plot for each fertilization treatment was 70 sq m. The treatments were the following: I-control (no fertilization), II-mineral fertilizers (200 kg ha<sup>-1</sup> N, 150 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 300 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), III – 10 t ha<sup>-1</sup> cow manure compost, VI - 10 t ha<sup>-1</sup> horse manure compost; V - 10 t ha<sup>-1</sup> composted pig slurry, VI – 6 t ha<sup>-1</sup> composted poultry manure.

The experiment was conducted in 2008 using the maize hybrid Pioneer PR38A24 FAO group 380. The highest yield (14.95 t ha<sup>-1</sup>) and the highest raw protein content (98.28 g kg<sup>-1</sup>) were determined for treatment II (mineral fertilizers), while the yield with the treatments III-VI, in which organic fertilizers were used, was 23 to 32% lower, and the protein content was 13-36% lower. Contrary to that, the content of crude fats, ME and NEL per kg of the dry matter were lowest for the treatment II (mineral fertilization) and significantly higher in treatments where variations of organic fertilizers were used. The analysis of the variance showed statistically significant differences between all average analytical parameters at the level of 5 per cent (P<0.05), while the differences at the level of 1 percent (P<0.01) were determined for the yield, crude protein content and NEL.

It can be concluded that the ecological production and fertilization with only organic fertilizers, regardless of their origin, produce lower yield per surface area. However, due to the positive effect of the organic matter in the soil, the benefits are much higher.

**Keywords:** *environment protection, organic fertilizers, maize kernel, chemical composition, nutritive value*

## ŽIVOTOPIS

Marija Premec rođena je 4. rujna 1962. godine u Malom Carevdaru. Osnovnu škola završila je u Carvedaru, srednju i višu poljoprivrednu školu u Križevcima. Zaposlila se 1988. godine u Podravci, gdje je odradila pripravnički staž. Kasnije je radila u firmi „5. Maj Bjelovar“, koja je kasnije preimenovana firma u „Cromax“. 2004. godine zaposlila se u Hrvatskom stočarskom centru, danas je to Hrvatska poljoprivredna agencija radi kao laborant u Laboratoriju za kontrolu kvalitete stočne hrane. Prije otvaranja ovog laboratorija, bila je na usavršavanju za kemijsku analitiku u laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima.

Udata je i majka dvoje djece. Cilj joj je napredovati u struci.