Hranjivost dijelova i cijele biljke silažnog kukuruza u različitim stadijima zrelosti zrna

Kiš, Goran

Doctoral thesis / Disertacija

2012

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:550075

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

Agronomski fakultet

Goran Kiš

HRANJIVOST DIJELOVA I CIJELE BILJKE SILAŽNOG KUKURUZA U RAZLIČITIM STADIJIMA ZRELOSTI ZRNA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2012.

University of Zagreb

Agronomski fakultet

Goran Kiš

HRANJIVOST DIJELOVA I CIJELE BILJKE SILAŽNOG KUKURUZA U RAZLIČITIM STADIJIMA ZRELOSTI ZRNA

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Darko Grbeša

Zagreb, 2012.



Sveučilište u Zagrebu

Faculty of Agriculture

Goran Kiš

NUTRITIVE VALUE OF PARTS AND WHOLE MAIZE PLANT FOR SILAGE DIFFERING IN GRAIN MATURITY

DOCTORAL THESIS

Supervisor: prof. dr. sc. Darko Grbeša

Zagreb, 2012

Mentor: Prof. dr. sc. Darko Grbeša

Prof. dr. sc. Darko Grbeša rođen je u Virovitici 1955. g. Na Stočarskom odsjeku Fakulteta poljoprivrednih znanosti u Zagrebu diplomirao je 1980. godine, 1988. obranio je magistarski rad, a 1996. doktorski rad na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. U zvanje asistenta izabran je 1990., a docenta na predmetu Hranidba domaćih životinja izabran je 1997., Fakultetsko vijeće Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu izabralo ga je u zvanje izvanrednog profesora 2005., a 15. lipnja 2008. godine u znanstveno zvanje redovitog sveučilišnog profesora u znanstvenom području: Biotehničke znanosti, znanstveno polje Poljoprivreda, znanstvena grana: Hranidba životinja. Objavio je 246 pisana djela među kojima su jedan sveučilišni udžbenik, tri skripte i šest poglavlja u priručniku. Sudjelovao je u izradi 159 znanstvenih i 25 stručnih radova, održao je pozivna predavanja na dva međunarodna i 8 domaćih znanstvenih, te 53 stručna skupa. Sudjelovao je na 27 međunarodnih i 51 nacionalnih znanstvenih skupova. Sedamnaest puta je bio predsjedavajući pojedinih sekcija međunarodnog savjetovanja „Krmiva“ čiji je suosnivač i stalni član znanstvenog odbora. Bio je voditelj 15 diplomskih i 1 magistarskog rada, te u povjerenstvima devet magistarskih radova. Pod njegovim (su)mentorstvom obranjeno je šest doktorata, a bio je u povjerenstvu za izradu i obranu jednog doktorskog rada. Na preddiplomskom studiju je koordinator modula Hranidba životinja i suradnik na modulu Sigurnost hrane. Utemeljitelj i voditelj je sveučilišnog diplomskog studija „Hranidba i hrana životinja“ i koordinator modula: Hrana za životinje, Hranidba preživača i suradnik na modulima Pisanje i izlaganje rada, te Žitarice-zrnate škrobne kulture. Na poslijediplomskom doktorskom studiju koordinator je modula Metode hranidbenih istraživanja. Voditelj je dva, a sudjelovao je u šest nacionalni znanstveni programa. Do sada bio voditelj dva i sudjelovao u četiri nacionalna tehnologijska projekta. Napisao je jednu znanstvenu knjigu, jedan sveučilišni udžbenik, dva priručnika i četiri poglavlja u priručniku, te tri skripte. Član je dva uređivačka odbora časopisa i četiri znanstvena društva. Oko 20 puta boravio na znanstvenim i stručnim usavršavanjima u inozemstvu, a ističe se sa tri usavršavanja u SAD kao stipendist Cochran Fellowship, projekta Američkog ministarstva poljoprivrede. Aktivnost redovitog sveučilišnog profesor dr.sc. Darko Grbeša ima najveći odjek u struci, gdje je angažiran u prenošenju na znanosti utemeljenih znanja u praksu, što se očituje kroz pedeset i jedno (51) pozivno stručno predavanje, 14 stručnih radova i skoro stotinu nastupa u javnim medijima. U sklopu suradnje s privredom skoro svakodnevno daje preporuka i izrađuje obroke/krmne smjesa za sve vrste i grupe domaćih životinja.

Disertaciju je ocijenilo povjerenstvo u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Darko Grbeša

redoviti profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak

izvanredni profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Dr. sc. Antun Vragolović

znanstveni savjetnik, Bc institut d.d. Zagreb

Disertacija je obranjena na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 25. srpnja 2012. pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Darko Grbeša _____

redoviti profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak _____

izvanredni profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Dr. sc. Antun Vragolović _____

znanstveni savjetnik, Bc institut d.d. Zagreb

Najsrdačnije se zahvaljujem svojem mentoru prof. dr. sc. Darku Grbeša na svesrdnoj pomoći i nesebičnim savjetima tijekom izrade ove disertacije.

Posebno se zahvaljujem i prof. dr. sc. Zlatku Svečnjaku na uloženom trudu prilikom provedbe istraživanja, te bezrezervnoj pomoći i sugestijama tijekom pisanja disertacije.

Hvala svim djelatnicima Zavoda za hranidbu životinja na neprestanoj podršci i izradi analitičkog dijela disertacije, te djelatnicima Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja na uzgoju i pripremi pokusnog materijala.

Posebno se zahvaljujem ostalim članovima povjerenstava, pokojnom dr. sc. Dragi Parlovu i dr. sc Antunu Vragoloviću na nesebičnoj podršci i poticaju u svim dijelovima procesa nastajanja ove disertacije.

Veliko hvala i mojoj obitelj, supruzi Mireli i mojim dečkima Niki i Franku na strpljenju i razumijevanju tijekom godina stvaranja disertacije.

Goran

SAŽETAK

Silaža kukuruza zauzima veliki dio obroka mliječnih krava i tovnih goveda u RH, odnosno, znatno pridonosi podmirenju dnevnih potreba životinja za hranjivim tvarima i energijom. Hranjivost biljke kukuruza teško se procjenjuje zbog vrlo različitog morfološkog i kemijskog sastava glavnih dijelova, te vrlo različite razgradljivosti hranjivih tvari u buragu. Zrelost biljke kukuruza i njezina zrna, prinos zrna i dijelova biljke, te ukupni i pojedinačni sastav i struktura vlakana čimbenici su koji utječu na razgradljivost, te posljedično i na ukupnu hranjivu vrijednost silažnog kukuruza. Navedene promjene osobina kukuruza povezane su s različitim vremenom sjetve i košnje, te je cilj istraživanja utvrditi promjene u kemijskom sastavu, razgradljivosti i energetskoj vrijednosti kukuruza za silažu u različitim stadijima zrelosti, utvrditi promjene u masenom udjelu i hranjivosti dijelova biljke kukuruza, te odrediti optimalni stadij zrelosti za spremanja silaže cijele biljke kukuruza, obzirom na njen najveći potencijal za proizvodnju mlijeka. Korišten je hibrid kukuruza Bc 304 (BC Institut, Zagreb) sijan u dva perioda 01.05. i 17.05 na parceli Fakultetskog dobra Maksimir. Uzorci kukuruza su uzimani u tri stadija zrelosti, prema vizualnoj procjeni po "mliječnoj crti" (1/3, ½, 2/3). Uzgoj kukuruza različitih stadija zrelosti uzrokovao je povećanje udjela zrna sa zrenjem biljke, uz istovremeno opadanje udjela vegetativnih dijelova; stabljike i njenih dijelova (donjeg i gornjeg dijela) i listova (donjih i gornjih), dok su kod ostalih vegetativnih dijelova kukuruza promjene samo relativne ($p \geq 0,05$). Samim porastom zrna u ukupnoj masi silažnog kukuruza dolazi samo do relativnog povećanja NEL-a ($p \geq 0,05$). Starije biljke obično imaju i nešto veći sadržaj škroba, bez negativnog djelovanja na razgradljivost vlakana (NDV), te se stoga omogućava farmerima da odgode vrijeme košnje kukuruza do 2/3 (do 40% ST) mliječne linije čime dobivaju zreliji kukuruz s više škroba, ali bez štetnog utjecaja na razgradljivost vlakana, a s druge strane silažna masa je još uvijek dovoljno vlažna za odvijanje optimalne fermentacije, koja rezultira kvalitetnom silažom. Osim utjecaja na navedene parametre hranjivosti biljke kukuruza za silažu, kasnije košenog kukuruza, pri zrelosti od 2/3 mliječne linije, potencijalno osigurava i najvišu proizvodnju mlijeka hranimo li krave silažom od takvog kukuruza.

Ključne riječi: kukuruz, silaža, hranjiva vrijednost, zrelost zrna, cijela biljka i dijelovi

EXTENDED ABSTRACT

The introduction points to the importance of corn silage in the diet of dairy cows and heifers, and gives a brief overview of the factors, which influence the nutritional value of whole plant silage corn. One of the main factors on which it depends nutrition and fermentation of corn silage is the stage of maturity of the crop at harvest time. Under field conditions, stage of maturity is usually determined by the development „milk line" of grain since it is robust and reliable indicator of accumulation and dry matter content in the crop of maize intended for the production of silage from the whole plant.

Literature Review provide us a detailed overview of the results of domestic and foreign research on the influence of stage of maturity on the yield of silage mass and nutritional value of silage maize. From these results it is clear that the harvest at different stages of maturity of crops leads to significant changes in nutrient contents of corn silage, but the mechanism underlying these changes is relatively poorly understood. Nutritional value of the whole plant corn silage is difficult to determine because of the very different chemical compositions in major parts of the maize plant (stem, grain and cob). Furthermore, relatively well researched impact of stages of maturity on the nutritional value of the whole plant corn stalks and grain somewhat, but there are almost no data on changes in other parts of the plant such as leaf blades and leaves sleeves, cobs, husks and shank of corn cobs.

Materials and Methods are appropriately selected and fully integrate the hypotheses testing. In the research are used standard and modern methods for the analysis of plant material, which makes this research repeatable and verifiable. Material and methods are described in accordance with established objectives and research hypotheses. Original research results are obtained by conducting a two factorial experiment for one year at test field Maksimir. Factors study were periods of sowing (optimal and subsequent) and stage of maturity of corn grain. Due to organizational and technical reasons, field trial instead of randomized complete block design was set up by split-plot with three replicates. For research purposes maize hybrid Bc 304 was grown under intensive cropping. Samples of corn to determine the nutritional and other studied traits were taken at three stages of maturity: at 1/3 stage of the milk line, 2/3 stage of milk line and at physiological maturity. Representative dissection samples of plants are separated into sections as follows: the lower part of the stem

(part of the stem below the node from which emerges the uppermost cob), the upper part of the stem, the leaf blades of the lower leaves (leaf blades of leaves below node from which emerges cob), the leaf blades of upper leaves, sleeves of lower and upper leaves, leaf husks, cob shank, cob and grain. On these parts as well as on samples of the whole plant was determined structural fiber content, dry matter, ash, crude fat, crude fiber, crude protein and calculative soluble carbohydrates, neutral and acid detergent fiber and acid detergent lignin according to AOAC standards. Starch content in the grain and dry matter digestibility are determined of plant parts as well as the whole plant. Net energy for lactation is calculated and estimated overall nutritive value expressed in kilos of milk produced per ton of corn silage and kilos of milk per unit area. Data processing was performed by appropriate model of analysis of variance and post hoc tests to compare means after a significant F-test.

The results are logically discussed in relation to the hypothesis and research goals without unnecessary repetition of results. The results are compared with the results of other domestic and foreign researchers. The author in the discussion pointed to the advantages and disadvantages of the applied methodology for sampling corn silage. The results are consistent with previous research and critically explained with those results that are in contradiction with them that is explained by the specific environmental conditions in which is performed field experiment. Finally, it is concluded that the chemical composition, digestibility and energy value of the parts and the whole plant maize were not significantly changed for silage maize grown in two planting. In contrast, in the later stages of grain maturity, there is a significant increase in the content of lignin in the stalk and cob, and increased content of fiber fractions in most parts of the maize plant, especially in the stalk and leaf sleeves, the cob and husks. With the maturing plants had a decrease ash content, crude fat and proteins in the leaf blades of the upper and lower leaves, while expected changes in fiber fraction are not statistically significant. Consequently, there was a major reduction in dry matter digestibility of leaf sleeves, husks and cob. However, this decline in digestibility of most vegetative parts did not affect the digestibility of whole plant corn due to the compensatory effect of increasing the content of highly digestible grain in the plant and starch in the grain. With maturing plants expected to increase the yield of the whole plant as a result of increased weight and grain yield. Despite the increase in weight of grain and starch accumulation in grains in the later stages of grain maturity, there was not found an increase of the energy value. This is because at the same time there was increased content of non-degradable lignin in the lower part of the stem. Significant growth of potential milk production per unit area

was determined for silage maize in the later stages of maturity, but not as a result of changes in nutritional plants but due to the increased yield of whole plant corn.

Keywords: maize, silage, nutritive value, grain maturity, whole plant and parts

SADRŽAJ

1. UVOD I OBRAZLOŽENJE TEME 1

2. PREGLED LITRATURE

2.1. Hranjive tvari u pojedinim dijelovima i cijeloj biljci kukuruza 3

2.2. Energetska vrijednost biljke kukuruza za silažu 4

2.3. Utjecaj stadija zrelosti biljke i zrna na silažu kukuruza 6

2.4. Struktura i probavljivost škroba zrna kukuruza 9

2.5. Utjecaj prinosa zrna kukuruza na probavljivost silaže 12

2.6. Utjecaj sadržaja i sastav vlakana, dijelova i cijele biljke kukuruza, na probavljivost silaže 14

2.7. Potencijalna proizvodnja mlijeka iz silaže kukuruza 17

2.8. Hipoteza i ciljevi istraživanja 19

3. MATERIJAL I METODE 20

3.1. Tlo, vremenske prilike i agrotehnika u poljskim pokusima 20

3.2. Uzimanje uzoraka 22

3.3. Dijelovi biljke kukuruza 23

3.4. Kemijske analize 23

3.5. Određivanje *in-vitro* probavljivosti 27

3.6. Izračunavanje energetskih vrijednosti i potencijalne proizvodnje mlijeka 29

3.7. Statistička obrada dobivenih podatka 30

4. REZULTATI 31

4.1. Udio dijelova, te prinos dijelova i cijele biljke kukuruza 31

4.2. Kemijski sastav cijele i dijelova biljke kukuruza 37

4.2.1. Kemijski sastav cijele biljke 37
4.2.2. Kemijski sastav stabljike 39
4.2.3. Kemijski sastav donjeg dijela stabljike 41
4.2.4. Kemijski sastav gornjeg dijela stabljike 43
4.2.5. Kemijski sastav listova 45
4.2.6. Kemijski sastav listova donjeg dijela stabljike 48
4.2.7. Kemijski sastav listova gornjeg dijela stabljike 51
4.2.8. Kemijski sastav rukavaca 52
4.2.9. Kemijski sastav rukavaca donjih listova 56
4.2.10. Kemijski sastav rukavaca gornjih listova 58
4.2.11. Kemijski sastav komušine 61
4.2.12. Kemijski sastav oklaska 63
4.2.13. Kemijski sastav drške klipa 66
4.2.14. Kemijski sastav zrna kukuruza 68
4.3. Probavljivost dijelova i cijele biljke kukuruza za silažu 72
4.4. Proizvodni potencijal biljke kukuruza za silažu 75

5. RASPRAVA 78

6. ZAKLJUČCI 91

7. POPIS LITERATURE 92

1. UVOD I OBRAZLOŽENJE TEME

Silaža kukuruza zauzima veliki dio u obrocima tovnih goveda i mliječnih krava, odnosno, znatno pridonosi podmirenju dnevnih potreba životinja za hranjivim tvarima, najvažnije je voluminozno krmivo i izvor energije u obroku, a danas se sve više koristi i za proizvodnju bioplina. Veliki utjecaj na ukupnu animalnu proizvodnju imaju krmiva kojima se životinje hrane, a to se posebno odnosi na količinu i dostupnost hranjivih tvari koje neka hrana za životinje sadrže.

Zbog navedenog, hranidba dobrom i kvalitetnom silažom kukuruza, treba bit jedan od osnovnih ciljeva svih proizvođača u govedarskoj proizvodnji. Kvalitetna silaža kukuruza tako predstavlja bogat izvor iskoristivih hranjivih tvari s kojima ćemo bit u mogućnosti održati i povećati animalnu proizvodnju. Ovo krmivo odlikuje se lakom i fleksibilnom proizvodnjom i spremanjem (Philippeau i Michalet Doreau, 1998.), visokom ješnošću (Coors, 1996.), te visokom koncentracijom neto energije pohranjene u obliku škroba i vlakana (Phipps i sur., 1993). Hranjivost krmiva za preživače određena je sadržajem, te visinom i brzinom fermentacijske probave glavnih hranjivih tvari u predželucima. Hranjivost se mjerena proizvodnjom mlijeka kod većine krmiva vrlo točno procjenjuje iz sadržaja i razgradljivost hranjivih tvari u krmivu. Međutim, hranjivost biljke kukuruza teško se procjenjuje zbog vrlo različitog morfološkog i kemijskog sastava glavnih dijelova, te vrlo različite visine i brzine razgradljivosti njihovih hranjivih tvari u buragu. Tako oklasak i komušina sadrže najviše (>80%), a zrno najmanje (10%) vlakana (NDV), pa zrno ima najvišu (>97%), a oklasak najmanju (<55%) *in vitro* razgradljivost suhe tvari (ST) u buragu (Verbič i sur., 1995., Masoero i sur., 2006.).

Stadij zrelosti kukuruza u vrijeme spremanja silaže najviše utječe na hranjivost zelene mase kukuruza. Sazrijevanjem zrna kukuruza od mliječne do fiziološke zrelosti raste udio zrna sa 28 na 42%, istovremeno snažno opada udio stabljike s 35 na 19%, blago lista s 24 na 20%, dok raste udio zrna s 28 na 42% u suhoj tvari (Gjardini i sur., 1976). Stoga, suha tvar cijele biljke kukuruza u voštanoj zriobi zrna ima manje (448g/kg) NDV-a, nego ista u mliječnoj fazi rasta (496 g/kg) (Tables de INRA, 2007). Zbog lignifikacije vlakana stabljike i kristalizacije škroba zrna blago opada ukupna razgradljivost svih osnovnih hranjivih tvari, osobito vlakana i škroba, ali zbog snažnog porasta udjela škroba blago raste energetska

vrijednost silaže kukuruza, od mliječne prema voštanoj zrelosti sa 6,27 na 6,55 MJ NEL/kg suhe tvari (Bal i sur., 1997). Međutim, utjecaj sazrijevanja nije isti na sve dijelove biljke, naime, jače opada razgradljivost stabljike, osobito donjih dijelova, nego lista (Flachowsky i sur., 1993).

Sa sazrijevanjem i starenjem biljke kukuruza, kukuruz dolazi u stadij kada je zrno puno šećera, te započinje njegovu transformaciju u škrob. U isto to vrijeme, povezano s okolišnim vremenskim prilikama i sazrijevanjem biljke, ukupna se količina suhe tvari (ST) u biljci počinje smanjivati. Ovaj period, vizualno, možemo prepoznati kao vrijeme kada zrno kukuruza od mekanog i fluidnog, postaje tvrdo, te kada počinje stvaranje caklave ovojnice, odnosno, možemo ga prepoznati odmicanjem "mliječne linije" s vrha zrna prema njegovoj bazi. U ovom razdoblju biljka kukuruza postaje vlaknastija i posljedično teža za sjeckanje u homogenu masu, te je s ovim periodom razvoja kukuruza sadržaj sirovih proteina i ukupna razgradljivost smanjena.

Dosada je dobro istražen utjecaj stadija zrelosti na promjene hranjivosti cijele biljke, donekle stabljike, lista, klipa i zrna, ali ne i drugih dijelova biljke kao što su gornji i donji dio stabljike, plojke i rukavci listova, oklasak, listovi komušine, te drška klipa. Svrha ovog rada je protumačiti promijene koje se događaju sa svim dijelovima biljke kukuruza, te utvrditi utjecaj očekivanih promjena na hranjivost cijele biljke kukuruza sijanog u različito vrijeme, te skidanog s polja u različitim stadijima zrelosti.

Kako obroci mliječnih krava sadržavaju veliki udio silaže biljke kukuruza, procjena količine hranjivih tvari i njihove dostupnosti iz silaže postaje posebno značajno. Zrelost biljke kukuruza i njezina zrna, tipa i dostupnosti škroba, prinosa zrna i dijelova biljke, te ukupni i pojedinačni sastav i struktura vlakana čimbenici su koji utječu na razgradljivost, te posljedično i na ukupnu hranjivu vrijednost silaže biljke kukuruza. Navedene promjene osobina silaže kukuruza povezane su s različitim vremenima sjetve i košnje, te je u radu utvrđen i utjecaj svih navedenih promjena na najvažniji kriterij vrednovanja hrane za mliječne krave, odnosno, na potencijalnu proizvodnju mlijeka.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. HRANJIVE TVARI U POJEDINIM DIJELOVIMA I CIJELOJ BILJCI KUKURUZA

Podmirenje energetskih potreba životinja jedna je od glavnih osobina silaže kukuruza, kada je uključujemo u obroke mliječnih krava. Životinje energiju iz kukuruza dobivaju kao produkt biokemijske oksidacije ugljikohidrata, ulja i proteina, no u tom stvaranju energije ugljikohidrati su njezin najizdašniji izvor. Ugljikohidrati po svojem porijeklu mogu biti strukturalni i ne-strukturalni. Strukturalni ugljikohidrati uključuju vlaknasti dio u biljci kukuruza. Dva osnovna strukturalna ugljikohidrata su celuloza i hemiceluloza

Celuloza se sastoji od β-1,4 glukoznih jedinica, dok je hemiceluloza heterogeni polimer sastavljen od polisaharida, te je β-1,4 xylan započinje kao glavni polimer. Dostupnost glukoze iz celuloze razlikuje se ovisno o razgradljivosti celuloze, a čija je razgradljivost naviše uvjetovana stupnjem njezine lignifikacije (Van Soest, 1994.). Razgradljivost hemiceluloze direktno ovisi i u pozitivnoj je korelaciji s količinom celuloze i u negativnoj korelaciji s količinom lignina u staničnoj stjenci (Van Soest, 1994.). Celuloza, hemiceluloza i lignin sačinjavaju jednu frakciju vlakana, u hranidbi životinja poznatiju kao, neutralna detergent vlakna (NDV), dok samo celuloza i lignin čine kisela detergent vlakna (KDV) ili drugu frakciju vlakana stanične stijenke biljke.

Ne-strukturalni ugljikohidrat u biljci kukuruza čine u vodi topljivi ugljikohidrati i škrob. U vodi topljivi ugljikohidrati predstavljaju najprobavljiviji dio hrane za životinje i u biljci kukuruza se mogu naći u obliku monosaharida, disaharida ili oligosaharida, odnosno to su jednostavni šećeri prisutni u biljci kukuruza (Van Soest, 1994.) Količina šećera u biljci kukuruza ovisi o njenoj zrelosti, te iznosi oko 66 g/kg ST u zrelog kukuruza, pa do 98 g/kg ST u kukuruza zrelosti oko 1/3 mliječne linije zrna. Iz navedenih podataka se vidi da što je biljka kukuruza mlađa, sadrži više šećera, te količina šećera u biljci kukuruza opada s njegovom translokacijom i skladištenjem u obliku škroba u zrelom zrnu kukuruza.

Škrob je najvažniji ne-strukturalni ugljikohidrat u zrnu kukuruzu. Stoji se od dva tipa polimera; amiloze i amilopektina. Amiloza je izgrađena kao linearni polimer sastavljen od 500 do 1500 molekula glukoze α-1,4 glikozidnim vezom, dok je amilopektin građen slično, ali je duži i građen je od α-1,4 glukoznih jedinica s α-1,6 granama na svakom 20 do 25-tom glukoznom ogranku (Van Soest, 1994.). Većina hibrida kukuruza sadrži oko 75% amilopektina i 25% amiloze, s posebnim osvrtom na hibride kukuruza u tipu tvrdunaca, čiji se škrobni dio može sastojati gotovo u cijelosti od amilopektina (Kotarski i sur., 1992.).

Biljka kukuruza u cjelini ne predstavlja bogat izvor proteina za životinje. Sirovi protein (SP) se u dobroj kukuruznoj silaži nalazi oko 8,0 do 8,5% (NRC, 2001.). Protein koji se nalazi u zrnu kukuruza važan je zbog svoje veze sa škrobom. Zein kao frakcija proteina, predstavlja proteine u endospermu zrna kukuruza i okružuje granulama škroba. Frakcije ili klase zeina u zrnu kukuruza možemo podijeliti na α, β i γ zeine. Te klase zeina važne su jer su direktno u korelaciji sa strukturom endosperma u različitim hibridima kukuruza. Više je α-zeina utvrđeno u caklavom, tvrdom endospermu, dok brašnavi tip endosperma sadrži više γ-zeina (Dombrink-Kurtzman i Beitz., 1993.).

Lipidi, odnosno, masti su u biljci kukuruza zastupljeni u malom udjelu od 1 do 4%, te u tom malom dijelu sudjeluju kao izvor energije za životinje. Najvažniji sastavnica lipida u biljci kukuruza su trigliceridi u zrnu. Masne kiseline čine glavninu lipidnih frakcija, te se nalaze u sljedećim udjelima; palmitinska, 16,3%, stearinska 2,6%, oleinska, 30,9% linolna, 47,8% i linolenska, 2,3% (Van Soest, 1994.).

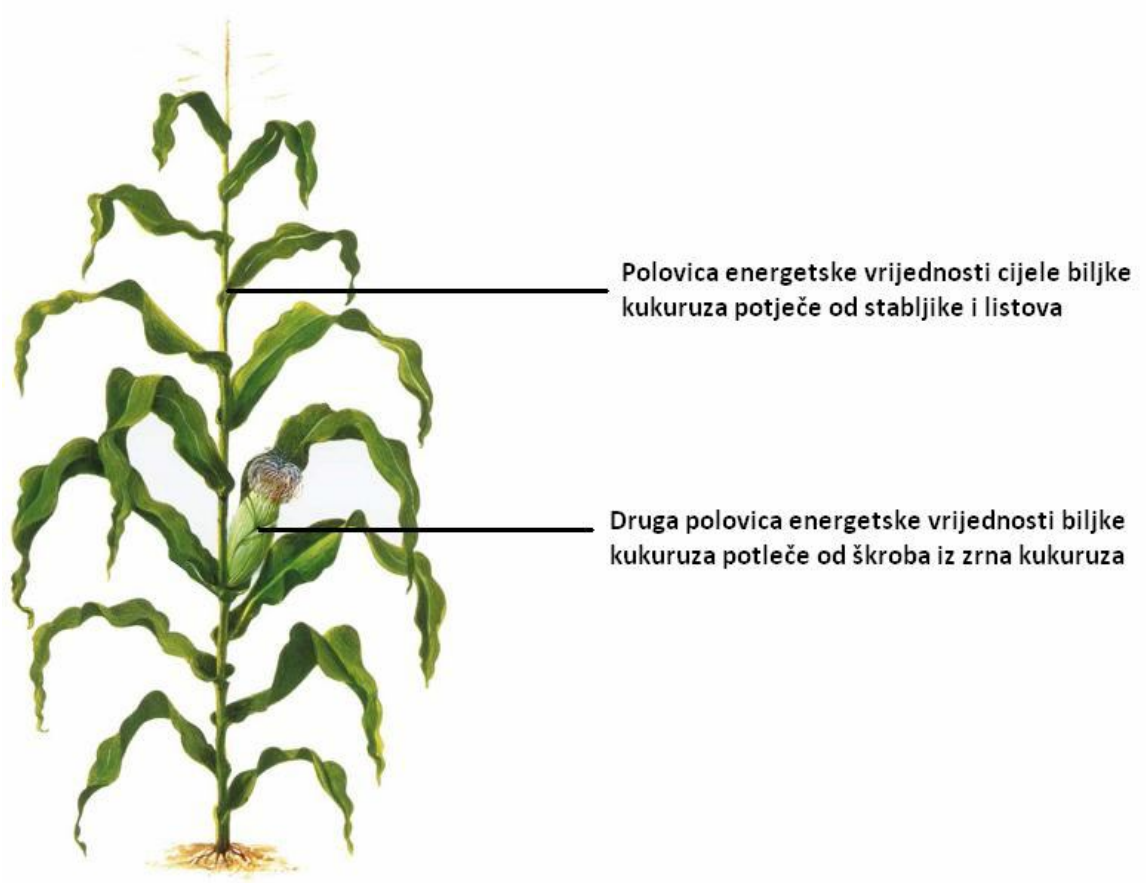
2.2. ENERGETSKA VRIJEDNOST BILJKE KUKURUZA ZA SILAŽU

Silaža kukuruza u hranidbi preživača koristi se prvenstveno kao izvor energije. Škrob u zrnu kukuruza čini oko 50% ukupne energetske vrijednosti kompletne silaže (Slika 1.). Nezreli kukuruz, odnosno onaj s manje od 25% ST, sadrži približno 10% manje škroba od zrelijeg kukuruza s više od 25% ST. Mikrobnom probavom vlakana biljke kukuruza dobije se daljnjih 25% energije za preživače, od ukupne energetske vrijednosti kukuruza, dok ostatak od 30% energije dolazi iz šećera, pektina, organskih kiselina, proteina i masti. Općenito se energetska vrijednost kukuruza za preživače izražava u neto energijama (NE),

za laktacije, te rast i tov. Te energetske vrijednosti izračunavaju se putem modela koji u svojim kalkulacijama uključuju kao nezavisne varijable kemijski sastav i razgradljivost osnovnih hranjivih tvari, u prvom redu škroba i frakcija vlakana, te metabolizam produkata njihove buražne razgradnje u energetske i građevne sastojke tijela i mlijeka krava.

S zrenjem biljke kukuruza povećava se ukupni udio vlakana biljke, naročito NDV-a i lignina, no s ovim povećanjem povećava se i udio ST, te škroba. Sazrijevanjem biljke povećava se koncentracija suhe tvari, jer se nakuplja škrob u zrnu a opada sadržaj vodotopljivih šećera, frakcija vlakana i razgradljivost stabljike. Međutim, razgradljivost ST kukuruzne silaže i njezina energetska vrijednost relativno je postojana jer se sa starošću biljke, niža razgradljivost vlakana nadoknađuje većim sadržajem škroba u zrnu. Zato je sadržaj neto energije za laktaciju u suhoj tvari silaže između 25 i 35 % ST ista i prema njemačkim DLG (1997.) i francuskim INRA (2010.) normativima i iznosi 6,4 MJ NEL/kg ST, dok suha silaža ima viši prinos neto energije po hektaru.

Slika 1. Distribucija energije u cijeloj biljki kukuruza



2.3. UTJECAJ STADIJA ZRELOSTI BILJKE I ZRNA NA SILAŽU KUKURUZA

Stadij zrelosti cijele biljke kukuruza ili samo zrna ima utjecaj na kvalitetu silaže iz takvog biljnog materijala, odnosno utječe na hranjivu vrijednost silaže. Promijene hranjivosti silaže uzrokovane su različitim fiziološkim promjenama unutar same biljke tijekom zrenja. Najznačajnije promjene tijekom zrenja kukuruza očituju se u povećanju ukupnog prinosa suhe tvari (ST), te promjena sastava dijelova ili cijele biljke tijekom životnog ciklusa kukuruza (Masoero i sur., 2006.).

S praktičnog stajališta, sazrijevanje biljke kukuruza i različiti stadiji zrelosti vizualno se mogu pratiti pomoću položaja mliječne linije na zrnu (Crookston i Kurle, 1988.). Mliječna linija predstavlja prijelaznu zonu između čvrste i tekuće matrice zrelog endosperma zrna kukuruza. Kako zrno sazrijeva škrob se u endospermu zrna zgušćuje i stvrdnjava. S tom pojavom zrno kukuruza postaje caklavo i škrob prelazi iz mliječno bijele u karakterističnu žutu boju, počevši od krune zrna i postepeno se pomiče iz unutrašnjosti zrna prema oklasku. Crookston i Kurle (1988.) su utvrdili da je položaj mliječne linije zrna kukuruza pouzdan indikator zrelosti cijele biljke. Kada zrno postigne fiziološku zrelost i zrno u potpunosti postane caklavo, mliječna se linija spusti s krune zrna dolje do samog oklaska i udio ST cijele biljke značajno opadne ($p \leq 0,05$). U procjeni zrelosti kukuruza, udio mliječne linije, u odnosu na zrno, od ½, ¾ ili u fazi crne točke, odnosno kada mliječne linije više nema, odgovara vlažnosti cijele biljke kukuruza od 32, 36, i 38% ST, te udjelu ST od 60, 65 i više od 70% za samo zrno kukuruza. Temeljem rezultata navedenog istraživanja, te drugih pokusa (Ganoe i Roth., 1992.; Wiersma i sur., 1993.) u definiranju mliječne linije kao pokazatelja optimalne ST za spremanje silaže od biljke kukuruza autori definiraju i pokazatelj za poželjni sadržaj ST biljke kukuruza koji se kreće od ½, pa do ¾ mliječne linije.

Hunt i sur. (1989.) utvrđivali su promjene na cijeloj biljci kukuruza kod stadija mliječne linije od 1/3 (31,7% ST), 2/3 (39,1% ST), te kod zrelog zrna u stadiju crne točke (45,5% ST). Sa starenjem ili zrenjem biljke kukuruza koncentracija škroba se povećava tako da se troši i smanjuje ukupni šećer. Sa zrenjem biljke kukuruza, odnosno pomicanjem mliječne linije od 1/3 do 2/3, opada sadržaj NDV-a i KDV-a cijele biljke i klipa kukuruza, no ovaj trend, odnosno smanjenje navedenih frakcija vlakana ne prati zrenje (starenje biljke) u stadijima 2/3, pa do pune zrelosti ili do faze crne točke. Količina NDV-a i KDV-a

vegetativnih organa ili zelenog dijela biljke kukuruza (svi dijelovi biljke kukuruza osim zrna) povećava se u svim stadijima zrelosti kukuruza. Prema istim autorima i *in situ* razgradljivost ST (ISPST) voluminoznog dijela i cijele biljke s zrenjem opada.

Dobiveni rezultati su u suprotnosti s nekim drugim autorima koji su u svojim istraživanjima utvrdili povećanje razgradljivosti sa zrenjem biljke kukuruza. Xu i sur. (1995.) provodili su istraživanja s cijelom biljkom kukuruza, koju su skupljali pri stadiju zrelosti od ½ mliječne linije, te pri punoj zrelosti, jedne godine s dva hibrida i sljedeće godine sa četiri hibrida kukuruza. Udio ST pri mliječnom zrnu, te stadiju zrelosti od ½ mliječne linije, te kod zrelog kukuruza iznosila je 18,6; 28,2 i 42,8% uz linearno povećanje udjela zrna u donosu na cijelu biljku kukuruza. S povećanjem količine zrna, količina vlakana u cijeloj biljci se smanjila, dok se *in vitro* razgradljivost ST (IVPST) povećala.

DeBoever i sur. (1993.) spremali su silažu od pet hibrida kukuruza u 14 skupina kroz tri godine, različitog stadija zrelosti i veličine sječke (veličina čestica dijelova biljke kukuruza prilikom spremanja silaže). Kukuruz je bio skidan s polja u fazama mliječne, voštane, te pune zrelosti. Sadržaj ST povećavao se s zrenjem kukuruza s 24,9% kod mliječne zriobe do 36,8% pri punoj zrelosti zrna. Tijekom zrenja i razvoja zrna i količina škroba se povećavala. Unatoč tome, utjecaj zrelosti na *in vitro* razgradljivost organske tvari (IVPOT) nije bio u jasnom odnosu s dobivenim kemijskim sastavom uzoraka. Daynard i Hunter (1975.) su utvrdili da stadij zrelosti ima minoran utjecaj na IVPST između različitih godina i vremena košnje kukuruza za silažu. S odgađanjem vremena košnje kukuruza, opadanje IVPST zelenog dijela kukuruza, komušine i klipova bilo je u protuteži s povećanjem ukupne ST biljke zbog povećanja udjela zrna u odnosu na ostale dijelove biljke.

Temeljem navedenih istraživanja provođena su brojna istraživanja utjecaja mliječne linije zrna kukuruza, odnosno, stadija zrelosti biljke kukuruza na proizvodne rezultate životinja u tovu ili proizvodnji mlijeka. U istraživanjima Cartee i sur. (1995.) junad je hranjena sa silažom kukuruza u fazi rane voštane zriobe i u fazi potpune zrelosti. Obroci koji su se bazirali na silaži manje zrelog kukuruza bili su značajno ($p \leq 0,05$) više razgradljivosti SP (72,1 nasuprot 63,6%) u donosu na obroke sa silažom od zrelog kukuruza, međutim NDV i KDV razgradljivost obroka nije bila statistički različita. Junad koja je jela obroke od silaže manje zrelog kukuruza imala je značajno višu ($p \leq 0,01$) konzumaciju ST (KST), nego

ona koja je jela obrok od zrelijeg kukuruza (8,1 vs. 7,7 kg d^{-1}), te je imala, numerički više dnevne priraste 1,4 vs. 1,1 kg d^{-1}.

Hubert je sa suradnicima (1965.) utvrdio da se sa sazrijevanjem kukuruza od mliječnog do voštanog i od voštanog do zrelog, KST silaže mliječnih krava značajno povećava ($p \leq 0,05$), te ovo povećanje prati i povećanje u proizvodnji mlijeka ($p \leq 0,05$). Unatoč rezultatima zrelost kukuruza nije utjecala na razgradljivost ST silaže.

Neznatan utjecaj zrelosti zrna kukuruza na razgradljivost ST objavili su Johnson i McClure (1968.). Silaža je spremana od kukuruza u čak osam stadija zrelosti. Sadržaj ST silaže povećavao se s 20,7 do 48,5%, pa do čak 71,4% ST kod zrelog kukuruza. Prosječna razgradljivost ST utvrđena u ovaca tijekom dvogodišnjeg istraživanja bila je najviša u mliječnoj zriobi (70,4%) i voštanoj zriobi (71,6%). Međutim, razgradljivost ST smanjivala se neznatno (68,0%) sve dok kukuruz nije ušao u posljednju fazu zrelosti biljke.

Kukuruz za silažu je košen u različitim stadijima zrelosti od voštane zriobe, ¼ mliječne linije, 2/3 mliječne linije, te fazi crne točke na zrnu i silaža od takvih kukuruza uključivana u obroke mliječnih krava (Bal i sur., 1997.). Suha tvar silaže povećavala se od 30,1; 32,4; 35,1 do 42,0% ST sa svakim stadijem zrelosti. Kako je kukuruz bio sve zreliji povećavao se udio zrna u biljci, što je opet utjecalo na smanjenje NDV-a i KDV-a cijele biljke kukuruza. Proizvodnje mlijeka je bila najveća ($p \leq 0,07$) kod krava koje su jele silažu od kukuruza zrelosti od 2/3 mliječne linije i najmanja kod krava koje su jele silažu najmanje zrelog kukuruza. Razgradljivost ST i OT silaže u cijelom probavnom traktu bila je slična za sve stadije zrelosti kukuruza, osim za najzreliji kukuruz kod kojeg je bila značajno ($p \leq 0,05$) manja. Ukupna razgradljivost KDV-a i škroba smanjivala se sa zrenjem kukuruza ($p \leq 0,05$). Nisku razgradljivost ST i OT cijele biljke kod stadije crne točke možemo pripisati niskoj razgradljivosti škroba, SP i KDV-a. Silaža kukuruza kod 2/3 mliječne linije ili pri 35% ST determinirana je kao u optimalnom stadiju zrelosti biljke kukuruza za silažu, koja će se koristiti u sastavljanju obroka za mliječne krave.

Kukuruz spreman pri ½ mliječne linije ili zreli s vidljivom crnom točkom u obroku mliječnih krava ne daje nikakve razlike u KST, no značajno smanjuje proizvodnju mlijeka ($p \leq 0,05$) i do 1,3 kg d^{-1} kod zrelog kukuruza (Harrison i sur., 1997.). Smanjenje sadržaja proteina mlijeka ($p \leq 0,09$), laktoze ($p \leq 0,05$) i ukupnih bezmasnih tvari u mlijeku ($p \leq 0,01$) zabilježena je kod krava koje su jele silažu od zrelog (u fazi crne točke) kukuruza. Zrno iz

silaže cijele biljke kukuruza, kod fiziološki zrelog zrna, prividno je manje probavljiva, kako sve više škroba iz buraga, neprobavljenog, odlazi do slijepog crijeva ($p \leq 0,05$) i sve se više neprobavljenog škroba ($p \leq 0,05$) pojavljuje u fecesu.

Buck i sur. (1969.) uspoređivali su silaže koje su imale 22,0; 26,4; 29,8; 33,5; i 45,7% ST u obrocima mliječnih krava. Silažna i ukupna KST bila je manja ($p \leq 0,05$) kod silaža s 22,0% ST, u odnosu na silaže s 33,5 ili 45,7% ST. Međutim, prosječni dnevna proizvodnja mlijeka nije se značajno razlikovala između različitih tretmana.

Kako biljka kukuruza za silažu zreli, škrob se nakuplja u zrnu i povećava prinos, te ukupnu ST biljke. Sa zrenjem se povećava i udio udjela vlakana u voluminoznom dijelu biljke kukuruza, uzrokujući manju razgradljivost silaže. Različita su istraživanja provedena u utvrđivanju utjecaja zrenja zrna na razgradljivost ST biljke kukuruza. U mnogim slučajevima, nakupljanje škroba nadoknađuje nižu razgradljivost vlaknastog dijela biljke kukuruza i uzrokuje uravnoteženje ili neutralizira različitu razgradljivost silaža različite ST. Ipak, u nekim slučajevima, razgradljivost škroba uzrokovala je svojim smanjenjem opadanje razgradljivosti cijele biljke. Zbog navedenog, sve promjene u razgradljivosti mogu, ali i ne moraju utjecati na KST i proizvodnju mlijeka.

2.4. STRUKTURA I RAZGRADLJIVOST ŠKROBA ZRNA KUKURUZA

Škrob se nalazi u zrnu kukuruza koje se sastoji od tri osnovna dijela; perikarpa, klice, te endosperma. Perikarp predstavlja vanjsku zaštitnu ovojnicu sjemena kukuruza, unutar kojeg se nalazi klica, koja sadržava embrio. Ta dva dijela zrna sadrže vrlo malo škroba. Najveći dio škroba, zrna kukuruza, nalazi se u endospermu. Škrob endosperma podijeljen je u vanjski aleuronski sloj, periferni endosperm, rožnati endosperm i unutrašnji brašnavi endosperm. Omjeri perifernog, rožnatog i brašnavog endosperma razlikuju se između tipa zrna kukuruza i hibrida. Zrna kukuruza koja imaju više perifernog i rožnatog endosperma nazivamo caklavim, rožnatim ili tvrdunicima i imaju staklasti izgled. Dok su zrna s više brašnavog endosperma i izgledom kredasti, zovemo ih brašnavim ili zubanima, te su mekog zrna (Kotarski i sur., 1992.).

Na tvrdoću zrna utjecaj ima proteinska matrica koja je okružena granulama škroba u endospermu. Rožnati endosperm ima viši postotak proteinskih tijela okruženih malim granulama škroba (Kotarski i sur., 1992.). Brašnavi endosperm ima više velikih granula škroba, u odnosu na rožnati. Te su granule škroba okružene isprekidanom matricom s nekoliko proteinskih tijela (Rooney i Pflugfelder, 1986.). Zbog ovakve strukture, brašnavi endosperm je više dostupan enzimatskoj hidrolizi, nego rožnati endosperm (Kotarski i sur., 1992.).

Herrera-Saldana i sur., (Herrera-Saldana i sur., 1992.) su utvrdili tip i odnose proteinskih tijela u endospermu koji imaju važan utjecaj na razgradljivost škroba. Nakon 12 do 48 sati buražne inkubacije, proteinska matrica kukuruznog zrna bila je opsežnije razgrađena, nego granule škroba. Ukupna brzina razgradnje proteina i škroba u zrnu kukuruza bila je 7,9 i 6,43% h^{-1}. Ovi podaci upućuju da se prilikom probave proteinska matrica mora prva raskinuti, kako bi se škrob mogao otpustit i tada probavit.

Verbič je sa sur. (Verbic i sur., 1995.) zapazio da se razgradljivost ST hibrida kukuruza razlikuje između brašnavog i rožnatog endosperma. U prvih šest sati, brzina razgradnje brašnavog endosperm bila je viša ($p \leq 0,001$), nego za rožnati tip endosperma (6,3 vs. 3,9% h^{-1}). Slični podaci dobiveni su i sa probavljivošću različitih kultivara sirka (Kotarski i sur., 1992.). *In vitro* buražna probava škroba bila je brža za hibride kukuruza s brašnavim endospermom, nego onih s rožnatim.

Philippeau i Michalet-Doreau (Philippeau i Michalet-Doreau, 1997.) uspoređivali su buražnu probavu škroba zrna kukuruza koji imaju caklavi ili brašnavi tip endosperma. Kukuruz je bio sprema u različita vremena, kako bi se utvrdio utjecaj stadija zrelosti na sadržaj škroba i razgradljivost. Kukuruz je skidan s polja u vremenu od 22 do 78 dana nakon pojave svile na biljkama. Kod hibrida branih 78 dana nakon svilanja, ST biljaka je bila 50,7 naspram 40,1% za zubane i tvrdunce, dok je ST samog zrna bila slična i iznosila je 75,7 vs. 75,1%. Pri branju s 78 dana količina škroba oba tipa endosperma zrna bila je također slična (68,6 vs. 67,2%). Pri prvoj berbi s 22 dana, prosječna buražna razgradljivost škroba nije se značajno razlikovala između uzoraka. Buražna razgradljivost škroba se smanjuje kod hibrida branih do 22 do 78 dana nakon svilanja ($p \leq 0,001$). Razgradljivost škroba hibrida branih nakon 78 dana bila je viša kod zubana (61,3%), nego tvrdunaca (40,1%). Udio caklavog dijela endosperma zrna kukuruza sa zrenjem se u oba hibrida povećava, ali se za tvrdunce

nakon 78 dana povećava više. Udio caklavog endosperma u pojedinim hibridima kukuruza objašnjava 86% razlike u razgradljivosti škroba među hibridima kukuruza.

Općenito možemo zaključiti da se sadržaj škroba u zrnu kukuruza kreće od 70 do 80%. Nasuprot ostalim žitaricama; zobi, pšenici ili ječmu, škrob kukuruza se sporo razgrađuje, što uzrokuje, ako neka od metoda prerade zrna nije primijenjena, da 40% škroba iz kukuruza izbjegava buražnu fermentaciju (Orskov, 1986.). Škrob koji izbjegne fermentaciju u buragu dostupan je za probavu u tankom crijevu.

Lomljenje perikarpa zrna kukuruza neophodno je kako bi bakterije u buragu mogle probaviti hranjive tvari iz endosperma. Utjecaj mikrobne probave na cijelo, prepolovljeno, te usitnjeno na četvrtine, zrno kukuruza, istraživali su McAllister i sur. (1990.). Razgradljivost ST cijelog zrna određivana *in sacco* metodom bila je manja ($p \leq 0,001$) od razgradljivosti prepolovljenog ili rasčetvrtanog zrna. Nakon 48 sati inkubacije cijelo zrno je bilo gotovo neprobavljeno. Četvrtanje zrna kukuruza nije utjecalo na brzinu ili dužinu razgradnje, u odnosu na prepolovljenih zrna kukuruza. Stockdale i Beavis (1994.) inkubirali su cijela i prepolovljena zrna kukuruza u najlonske vrećice i također ih inkubirali u buragu. Škrob se u cijelim zrnima kukuruza sporije probavljao, nego u usitnjenim. Nakon 72 sata inkubacije samo se 40% škroba iz cijelih zrna probavilo, u odnosu na 100% razgradljivost škroba u usitnjenom kukuruzu. Ovi rezultati podupiru potrebu za nekom od prerada zrna kukuruza, prije njihova korištenja kao hrane za životinja. Međutim, Beauchemin i sur. (1994.) su utvrdili da mehanička oštećenja cijelog zrna prilikom žvakanja, od strane preživača, utječe i mijenja brzinu buražne razgradnje zrna i fizičku preradu zrna kukuruza čini nepotrebnom.

Različiti čimbenici utječu na razgradljivost zrna kukuruza. Razlike u udjelima rožnatog i brašnavog endosperma utječe na ukupnu razgradljivost zrna zbog potrebe mikroorganizama buraga da prodru do škrobnih granula unutar samog zrna. Hranidba cijelim zrnom može ograničiti prodor mikroorganizama i razgradnju, no s upotrebom neke od prerada zrna i/ili cijele biljke kukuruza i razgradljivost takve hrane se može povećati. Ukoliko zrno kukuruza nije bilo prerađeno, prije nego smo ga dali životinjama i sama životinja njegovu razgradljivost može povećati žvakanjem.

2.5. UTJECAJ PRINOSA ZRNA KUKURUZA NA RAZGRADLJIVOST SILAŽE

Silaža cijele biljke kukuruza s većim udjelom zrna može biti probavljivija za životinje i poboljšati ukupnu kvalitetu silaže kukuruza. Allen je sa suradnicima (1991.) proučavao i utvrdio snažan utjecaj udjela zrna u biljci kukuruza i ukupnu *in vitro* razgradljivost biljke kukuruza ($r=0,80$; $p\leq0,01$), između 32 hibrida s dvije lokacije u dvogodišnjem istraživanju. Povećanjem udjela zrna u biljci kukuruza smanjuje se udio voluminoznih, vlaknastih, dijelova biljke, te je ono u negativnoj korelaciji ($p\leq0,01$) s NDV ($r=-0,71$) i KDV ($r=-0,79$). Slične rezultate su dobili Vattikonda i Hunter (1983.) koji su utvrdili da je sadržaj zrna povezan s probavljivošću cijele biljke kukuruza, na lokaciji 1 ($r=0,43$; $p\leq0,05$), te na lokaciji 2 ($r=0,53$; $p\leq0,01$).

U većini voluminozne krme, starenje biljaka, je visoko pozitivno korelativno sa sadržajem vlakana. Kod kukuruza je to nešto drugačije i sa starenjem se povećava i udio zrna u cijeloj biljci, te posljedično rijedi koncentraciju vlakana. Prema tome, sa starenje biljke kukuruza za silažu u pozitivnoj je korelaciji s udjelom zrna i količinom škroba i u negativnoj korelaciji i sadržajem vlakana. (Ferreira i Mertens, 2005.)

Verbič i sur. (1995.) također su utvrdili da je razgradljivost ST u pozitivnoj korelaciji ($r=0,44$) s udjelom zrna u cijeloj biljci, ali dobiveni podaci nisu bili statistički značajni. Argillier je sa suradnicima (1995a.) utvrdio pozitivnu korelaciju ($r=0,76$) između sadržaja škroba u cijeloj biljci kukuruza i IVPST. Međutim, uspoređujući kukuruze različite zrelosti i njihov utjecaj na IVPST s prinosom zrna kukuruza, rezultati nisu bili povezani (Argiller i sur, 1995b.).

Količina zrna u cijeloj biljci nije u korelaciji niti s *in vitro* probavljivošću stanične stijenke (Alleni i sur., 1991.), niti s probavljivošću ostalog, voluminoznog, dijela biljke kukuruza (Vattikonda i Hunter, 1983.). Roth je sa suradnicima (1987.) utvrdio da je prinos zrna u pozitivnoj korelaciji s probavljivošću ST stabljike i lista ($r=0,37$; $p\leq0,005$) i u negativnoj korelaciji s probavljivošću ST klipa kukuruza ($r=-0,59$; $p\leq0,0001$).

Upotrebom tri hibrida kukuruza Coors je s suradnicima (1997.) procijenio utjecaj ispunjavanja (zrenja) zrna na kvalitetu silaže manipulirajući tijekom oprašivanja kukuruza. U istraživanju je omogućio oprašivanje 0, 50 i 100% biljaka kukuruza. Ispunjavanje zrna se

povećavalo od 0 do 100%, NDV i KDV se smanjivao za 8,6 i 4,2 jedinice, te se IVPST povećala za 3,7% jedinica. Kao i u prethodno citiranim istraživanjima nije utvrđena značajna razlika između ispunjavanja zrna kukuruza i razgradljivosti NDV-a pojedinih hibrida kukuruza.

Prinos klipovi kukuruza (oklasak i zrno) nije bio značajno povezan s IVPST i ima slabu povezanost (r=0,32) s koncentracijom NDV u hibrida košenih u fiziološkoj zriobi (Lundvall i sur., 1994.). Dhillon i sur. (1990.) su utvrdili negativnu korelaciju (r=-0,46; p≤0,05) između prinosa klipa kukuruza i IVPOT. Međutim, kako se prinos klipa povećavao primijećena je pozitivna korelacija (p≤0,05)s NDV (r=0,46), KDV (r=0,48) i ligninom (r=0,44). Davis i Bowden (1969.) naglašavaju da je razgradljivost klipa kukuruza važna jer ona predstavlja najveći dio (52,8%) IVPOT ukupne biljke kukuruza, u odnosu na ostatak koji čine stabljika, listovi ili komušina.

Hemken i sur. (1970.) istraživali su dva hibrida kukuruza, selektiranih na različiti udio klipa prema voluminoznom dijelu biljke. Kukuruz su kosili sa i bez klipova kako bi utvrdili razlike u konzumaciji i razgradljivosti istraživanih hibrida kukuruza. Razgradljivost silaže je bila niža u silaža kukuruza bez klipova (p≤0,01), te je KST značajno (p≤0,01) smanjena kada su klipovi bili s kukuruza odstranjeni, mada neke od dobivenih razlika mogu biti uzrokovane i razlikama u sadržaju ST silaža. Kada su ove iste silaže ponuđene mliječnim kravama, silaže kukuruza bez klipova smanjile su (p≤0,01) KST silaže uz smanjenje prirasta tjelesne mase životinja.

Barriere i Emile (1990.) zaključuju da kada je udio zrna unutar cijele biljke kukuruza između 41 i 48% on tada nema utjecaja na KST silaže od takvog kukuruza, proizvodnju mlijeka, niti na količinu proizvedenog mlijeka korigiranog na mliječnu mast. Slične zaključke donose i Andrieu i Demarquilly (1974) koji su uspoređivali različite hibride, na različitim lokacijama, tijekom više godina, na razgradljivost i KST. Oni zaključuju da razlike u razgradljivosti i KST ne mogu biti u korelaciji s razlikama u prinosu zrna kukuruza.

Mada je evidentno da će prinos zrna povećati i prinos cijele biljke kukuruza, njegov utjecaj na IVPST cijele biljke je varijabilan. Iako u pojedinim istraživanjima povećanje prinosa zrna uzrokuje višu IVPST cijele biljke, u drugim istraživanjima nisu dokazane povezanosti između ova dva svojstva biljke kukuruza. Kako biljka kukuruza zrije, visoko probavljivo zrno povećava svoj udio u biljci, te se razgradljivost udjela voluminoznog,

zelenog, dijela biljke smanjuje. To se događa zbog gubitka topivih ugljikohidrata, tijekom zrenja i povećanja strukturnih ugljikohidrata u sastavu tog dijela biljke kukuruza. Međutim, prinos zrna ne mora nužno imati utjecaj na KST silaže od kukuruza i proizvodnju mlijeka.

2.6. UTJECAJ SADRŽAJA I SASTAV VLAKANA, DIJELOVA I CIJELE BILJKE KUKURUZA, NA RAZGRADLJIVOST SILAŽE

Silaže biljke kukuruza razlikuju se u sadržaju zrna i voluminoznog dijela biljke kukuruza od kojeg su silirane. Zbog toga, ukupna količina vlakana u silažama može utjecati na njihovu razgradljivost tako da razlike u količini različitih dijelova biljke kukuruza, naročito stabljike, mogu utjecati na cjelokupnu razgradljivost silaže od cijele biljke. Povećanjem razgradljivosti vlakana, povećava se i energetska vrijednost obroka osiguravajući mikroorganizmima buraga više energije.

Neutralna i kisela detergent vlakna, također se u silažama kukuruza nalaze u različitim količinama. Allen i sur. (1990.) utvrdili su da se između 32 hibrida kukuruza, različite starosti, količina NDV-a kreće između 35,8 i 45,5%, te KDV-a između 16,8 i 22,3%. Proizvodnim pokusima na farmama, u istraživanjima silažnog kukuruza, u Minesoti, SAD utvrđene su koncentracije NDV-a od 28,0 do 58,2% i koncentracije KDV-a između 11,5 i 33,0 % (LaCount i sur., 1995.).

Količina celuloze, hemiceluloze ili lignina utvrđene unutar frakciji vlakana poznatije kao NDV uzrokuje razlike u obimu ili brzini buražne razgradnje. Zbog tih velikih razlika u NDV-u i KDV-u među silažama kukuruza za očekivati je razlike u njihovoj razgradljivosti. U istraživanju Allen i sur. (1990.) *in vitro* ukupna razgradljivost silaža različitih hibrida kukuruza kretala se između 80,3 i 86,0%, dok je *in vitro* razgradljivost stanične stijenke varirala od 53,9 do 63,5%. Nocek i Russel (1988.) također su utvrdili razlike u *in vitro* razgradljivosti NDV silaža kukuruza u rasponu od 32,3 do 68,3%.

Brojnim istraživanjima utvrđena je povezanost između sadržaja NDV-a, KDV-a i lignina u cijeloj biljci kukuruza i probavljivosti. Količina NDV-a i KDV- a je najdosljednije povezana s *in vitro* ukupnom razgradljivosti u istraživanjima koja je proveo Hintz (1995.).

Ustanovio je, u dvije vegetacijske sezone rasta kukuruza, povezanost sadržaja NDV-a i *in vitro* razgradljivosti r=-0,64 prve i r=-0,59 druge sezone. Korelacija između KDV-a i razgradljivosti je po sezonama bila r=-0,64 i r=-0,60. U navedenom istraživanju nije zabilježena povezanost razgradljivosti s ligninom ili s odnosom NDV:KDV u silaži kukuruza.

Slično istraživanje je provodio i Argillier i sur. (1995a.) i utvrdio negativnu korelaciju između IVPST s NDV (r=-0,90), KDV (r=-0,92) i ligninom (r=-0,97). Jaku negativnu korelaciju ($p \leq 0,001$) navedenih parametara silaže kukuruza utvrdio je i Dhillon i sur. (1990.) koji je vršio pokuse s 12 linija kukuruza kroz dvije godine, te utvrdio povezanost IVPOT i NDV-a (r=-0,86), KDV-a (r=-0,86) i lignina (r=0,88). I Flachowsky je sa sur. (1993) pronašao povezanost ($p \leq 0,05$) IVPST s NDV, KDV i ligninom koja je iznosila r=-0,92; r=0,97 i r=0,93 za svaku pojedinu frakciju vlakana. Negativnu korelaciju između IVPST i NDV (r=-0,75) i KDV (r=-0,77) utvrdio je i Xu i sur. (1995.) u pokusima različitih hibrida, kroz nekoliko godina i različitog stadija zrelosti.

Marten i sur. (1975.) predložili su kako bi KDV bio najbolji kemijski prediktor IVPST kukuruzne silaže (r=0,61), te su slično zaključili i Moe i Carr (1985.) da KDV i ST silaže objašnjavaju najveći dio razlika u razgradljivosti silaža kukuruza.

Wolf i sur. (1993a.) su utvrdili da povećanje razgradljivosti zelenog dijela biljke ima utjecaja na povećanje razgradljivosti silaže cijele biljke kukuruza. Razgradljivost NDV-a i staničnih stijenki je visoko korelativna s ukupnom *in vitro* razgradljivosti (UIVP) zelenog dijela i cijele biljke. Povećanjem lignina u tom dijelu smanjuje razgradljivost zelenog dijela , te cijelog kukuruza. Sastav NDV-a utječe na razgradljivost, neovisno o njegovoj koncentraciji, te su Cherney i Cherney (1995) otkrili da je NDV u zelenom dijelu kukuruza negativno povezan s IVPST cijele biljke (r=-0,84) i UIVP (r=-0,81) u dvije vegetacijske sezone.

Anatomski dijelovi biljke utječu na probavljivost u buragu, te utječu na ukupnu kvalitetu voluminozne krme (Akin, 1989.). Struik (1985) pronalazi da se dijelovi biljke razlikuju u svojem sadržaju vlakana i razgradljivosti, te da ove razlike uzrokuju promjene u razgradljivosti OT cijele biljke.

Omjer listova, stabljike, komušine, oklaska i zrna kukuruza različit je među hibridima kukuruza, te su i razlike u njihovoj razgradljivosti značajne (Verbic i sur., 1995.). Neutralna detergent vlakna i KDV su u negativnoj korelaciji ($p \leq 0,001$) s razgradljivosti stabljike kukuruza ($r=-0,94$ i $r=-0,93$). U negativnoj korelaciji u istom istraživanju bili su i listovi ($r=-0,82$ i $R=-0,85$), dok NDV i KDV komušine nije povezan s probavljivošću ST. Povezanost razgradljivosti ST i sadržaja lignina pojedinih dijelova biljke kukuruza, također nije utvrđena. Razlike u hranjivoj vrijednosti hibrida kukuruza mogu se pripisati kako razlikama morfoloških dijelova biljke, tako i razlikama u udjelima pojedinih dijelova biljke u odnosu na cijelu biljku tijelom zrenja.

Širok raspon IVPST očit je za listove, stabljiku i komušinu i utvrđen još u istraživanju Leask i Daynarda (1973.). Razgradljivost počinje opadati tijekom dva tjedna, nakon postizanja fiziološke zrelosti i to za 1,5% tjedno za navedene dijelove biljke.

Istraživanje provedeno između inbreed linija kukuruza utvrđuje IVPST u rasponu od 46,5 do 72,2% u stabljike rano košenog kukuruza i u rasponu od 26,2 do 65,0% za stabljiku kasnog kukuruza (Lundvall i sur., 1994.). Kod listova je raspon IVPST iznosio 58,0 do 67,6%. Povezanost kemijskog sastava s IVPST je najizraženija kod NDV-a stabljike ($r=-0,74$) za rani i ($r=-0,82$) za kasno skidani kukuruz, dok je razgradljivost lista najuže povezana sa sadržajem lignina u listu, kod kojeg korelacija iznosi $r=-0,61$.

Bartle i sur. (1984) su utvrdili da s povećanjem stabljike u biljci kukuruza njena IVPST opada, te da se među hibridima kukuruza za silažu jedine razlike u IVPST očituju za stabljiku i klip. Razlike u sastavu frakcija vlakana i IVPST utvrđena je među lokacijama u pokusima Flachowsky i sur. (1993) za stabljiku kukuruza, mada za stabljike kukuruza koji su bili košeni na visinu od 45 cm navedene razlike u NDV-u i KDV-u nisu utvrđene. U navedenom istraživanju s visinom stabljike sadržaj lignina se smanjivao, te je primijećeno i smanjenje KDV u stabljici iznad klipa, u odnosu na dio stabljike ispod. Sa zrenjem kukuruza i starenjem biljke gubitak šećera iz stabljike i povećanje vlaknastih komponenti najizraženije je utvrđen u nižim dijelovima stabljike. To je utjecalo i na razgradljivost biljke, tako da se IVPST povećala s 59,3% kod dijela stabljike košene od 0 do 5cm od tla do 72,7% kod dijela stabljike iznad klipa.

I Marvin sa sur. (1995.) pronalazi razlike među hibridima u njihovoj razgradljivosti stanične stijenke. Linije hibrida s višom razgradljivosti stijenke sadržavala su manje celuloze i lignina u usporedbi s linijama manje stanične razgradljivosti.

Prinos biljke kukuruza za silažu negativno je povezan s komponentama stanične stijenke stabljike, no nije u zavisnosti s njima u odnosu na cijelu biljku. Razgradljivost cijele biljke i sastav vlakana u jačoj je vezi s udjelom klipova, te prinosom zelenog dijela biljke, nego s prinosom zrna kukuruza. Dok prinos zrna utječe na razgradljivost, količina manje probavljivog, voluminoznog dijela biljke može poništiti ta kvalitativna poboljšanja razgradljivosti, povezana s višim prinosom zrna (Wolf i sur., 1993b).

Očito je da razgradljivost voluminoznog, zelenog dijela biljke kukuruza igra značajnu ulogu u razgradljivosti cijele biljke kukuruza. Razlike u morfološkom sastavu, zrelosti i genetici čimbenici su koji utječu na razgradljivost silaže od cijele biljke kukuruza, te zbog toga sve ove čimbenike moramo uzeti u obzir pri svim budućim poboljšanjima razgradljivosti kukuruzne silaže.

2.7. POTENCIJALNA PROIZVODNJA MLIJEKA IZ SILAŽE KUKURUZA

Kako bi se procijenila proizvodnja mlijeka iz silaže kukuruza znanstvenici su izradili poseban sustav jednadžbi kojim, korištenjem niza parametara biljke kukuruza, procjenjuju proizvodnju mlijeka. Prvi takav sustav izrađen je na Sveučilištu UW – Madison pod nazivom MILK90 i kasnije MILK95 koji su bili program za određivanje potencijalne konzumacije obroka i određivanje energije, preračunatog iz sadržaja vlakana. Kasnije su sustav unaprijedili Darby i Lauer (2002a, 2002b), koji su za procjenu hranjive vrijednosti silažne mase koristili navedene jednadžbe prema Undersander i sur. (1993). Frey i sur. (2004) koristili su jednadžbe Milk2000 koje su razvili Schwab i sur., (2003) za procjenu hranjive vrijednosti silažne mase različitih hibrida. Lewis i sur. (2004) za procjenu hranjive vrijednosti silažne mase različitih hibrida, spremane u različitim fazama zrelosti kukuruza i na različitim visinama košnje, koristili su jednadžbe Milk2000 prema Schwab i Shaver (2001).

Na temelju prinosa, kemijskog sastava i razgradljivosti silažne mase pomoću navedenih jednadžbi može se izračunati potencijalna proizvodnja mlijeka po jedinici silažne mase (kg mlijeka/toni) i po jedinici površine (kg/ha). Schwab i sur. (2003.) pomoću kalkulatora Milk2000 utvrdili su razlike između hibrida u potencijalnoj proizvodnji mlijeka po jedinici silažne mase i jedinici površine. Oni su utvrdili da hibridi s nižim sadržajem NDV-a imaju višu proizvodnju mlijeka u odnosu na hibride sa višim sadržajem NDV-a. Hibrid s višom probavljivošću NDV-a imao je natprosječnu proizvodnju mlijeka po jedinici mase, no ispod prosječnu proizvodnju mlijeka po jedinici površine zbog niskog prinosa. Lewis i sur. (2004) su u pokusu sa BMR hibridom, lisnatim (leafy) i kombiniranim (dual purpose) hibridom vršili berbu u ranoj (280 g/kg suhe tvari), srednjoj (350 g/kg suhe tvari) i kasnoj zrelosti (420 g/kg suhe tvari). U kasnijim fazama zrelosti smanjivala se proizvodnja mlijeka po toni silažne mase i iznosila je 1523 kg/t u ranoj, 1487 kg/t u srednjoj i 1417 kg/t u kasnoj zrelosti. Međutim, prinos silažne mase se povećavao za zrelošću i iznosio je 13,2 t/ha u ranoj, 13,6 t/ha u srednjoj i 14,1t/ha u kasnoj zrelosti. Povećanje prinosa sa zrelošću silažne mase nadoknadilo je gubitak kvalitete silažne mase, pa je proizvodnja mlijeka po hektaru bila slična i iznosila je 20,3 t/ha u ranoj, 20,2 t/ha u srednjoj i 20,2 kg/ha u kasnoj fazi zrelosti silažne mase. To također upućuje na širok optimalan raspon sadržaja suhe tvari silažne mase u berbi (28,0-42,0%). Ranije navedeni Darby i Lauer (2002a) utvrdili su da se odgodom sjetve od kraja travnja do kraja srpnja proizvodnja mlijeka po jedinici prinosa (kg/toni) i po jedinici površine (t/ha) smanjuje. Pad proizvodnje mlijeka s odgodom sjetve posljedica je činjenice da je silažna masa koja je sijana kasnije brana u ranijoj fazi zrelosti. Iako je s odgodom sjetve rasla kvaliteta stabljike smanjivao se omjer klipa i stabljike i smanjivala kvaliteta silažne mase.

2.8. HIPOTEZA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Temeljem rezultata prethodno citiranih autora formirana je hipoteza istraživanja da se tijekom sazrijevanja kukuruza različito mijenja hranjivost, odnosno, kemijski sastav i razgradljivost pojedinih dijelova biljke kukuruza. To se naročito odnosi na donje dijelove biljke jer donji listovi stare brže od gornjih, a starenjem donjeg dijela stabljike dolazi i do naglog nakupljanja neprobavljivog lignina.

Stoga su i postavljeni glavni ciljevi ovog istraživanja:

1. utvrditi promjene u kemijskom sastavu, razgradljivosti i energetskoj vrijednosti kukuruza za silažu u različitim stadijima zrelosti,
2. utvrditi promjene u masenom udjelu i hranjivosti dijelova biljke kukuruza u različitim stadijima zrelosti,
3. odrediti optimalni stadij zrelosti usjeva za spremanja silaže cijele biljke kukuruza obzirom na njen najveći potencijal za proizvodnju mlijeka.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. TLO, VREMENSKE PRILIKE I AGROTEHNIKA U POLJSKIM POKUSIMA

Istraživanje je provedeno u vegetacijskoj sezoni 2007. na pokušalištu Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Provedeno je unutar standardnog tropoljnog plodoreda kukuruz – soja – pšenica. Tlo na pokusalištu Maksimir aluvijalnog je porijekla, siromašno humusom, dok je reakcija u KCl neutralna, homogene je statigrafske građe, te po strukturi spada u praškaste ilovače.

Prema Koppenovoj klasifikaciji Zagreb – Maksimir ima umjereno toplu, kišnu klimu, čija je karakteristika da je srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3˚C i niža od 18˚C. Ovo područje Hrvatske ima srednju godišnju temperaturu od 10˚C do 12˚C. Središnje godišnje količine oborina kreću se između 900 mm i 1000 mm. Statistička obrada podataka pokazuje da je 2006. bila znatno toplija od tridesetogodišnjeg prosjeka (1961.-1990.). Središnja godišnja temperatura zraka u 2006. iznosila je 12,7˚C i to je sedma najtoplija godina (s 2001.) iza najtoplije 2000., slijede 1994., 2002., 1863., 1992., 2004.

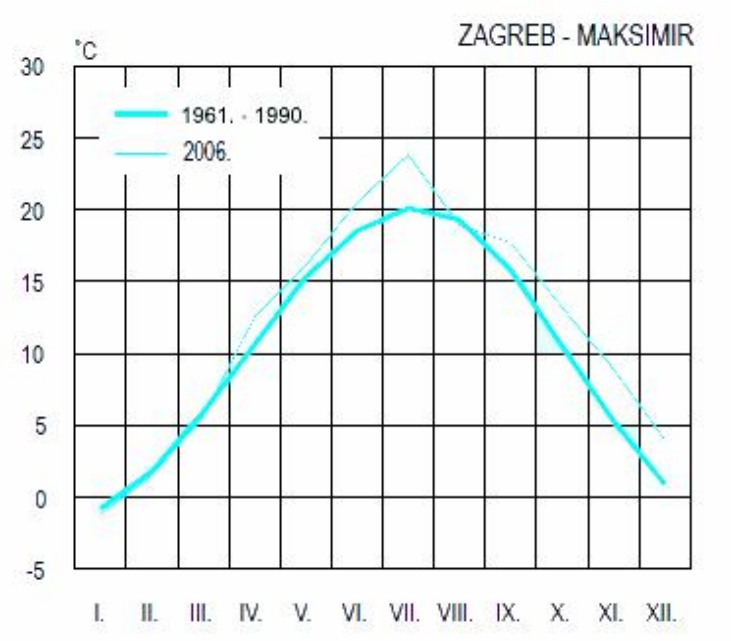
Tablica 1. Srednje mjesečne temperature i količine oborina 2006.g, i period 1961.-1990. g.

Period/mj.	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
Srednja mjesečna temperatura zraka 2006. g i za razdoblje 1961.-1990.												
2006.	-1,2	1,5	5,6	12,5	16,1	20,5	23,8	18,9	17,7	13,2	8,9	**4,0**
´61.-´90.	-0,8	1,8	5,9	10,6	15,3	18,5	20,1	19,3	15,8	10,5	5,3	**0,9**
Godišnji hod količine oborina za 2006. g i za razdoblje od 1961. do 1990.												
2006.	41,5	42,2	53,0	110,3	80,8	40,3	31,7	177,9	67,6	16,9	46,7	37,3
´61.-´90.	**46,4**	**42,0**	**55,8**	**63,6**	**78,7**	**100,1**	**83,4**	**94,6**	**79,3**	**69,2**	**81,2**	**58,0**

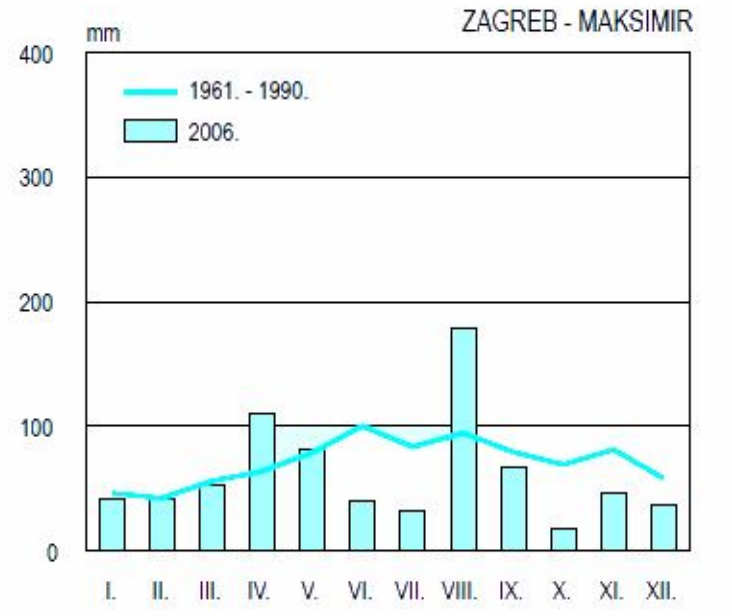
Izvor: DZS, Statistički ljetopis 2007.

Podaci o vremenskim prilikama tijekom istraživanja dan je u tablici 1., odnosno grafički prikazan u grafovima 1. i 2.

Grafikon 1. Godišnji hod temperature zraka u 2006. g. i za razdoblje od 1961.-1990.



Grafikon 2. Godišnji hod količine oborina za 2006. g. i za razdoblje od 1961.-1990.



U pokusu je bio biti korišten hibrid kukuruza Bc 304 (Bc Institiu, Zagreb) izabran zbog svojih osobina da daje visok i stabilan urod zrna, te listova koji ostaju dugo zeleni, odnosno njegove „Stay green“ osobine silažnog kukuruza.

Gnojidba tla prije oranja u jesen s 500 kg mineralnog gnojiva N:P:K (8:26:26) ha^{-1} i 100 kg uree (46% N) ha^{-1}. Prije predsjetvene pripreme tlo je pognojeno s još dodatnih 150 kg uree ha^{-1}. Tijekom vegetacije kukuruz je dva puta kultiviran i prihranjivan sa 175 kg KAN-a ha^{-1} u prvoj kultivaciji V2-3 i sa 175 kg KAN-a ha^{-1} u drugoj kultivaciji u fenofazi V5-6.

Prvi faktor u istraživanju predstavlja stadij zrelosti biljke kukuruza za silažu, odnosno, čimbenik koji na njega utječe, a to je vrijeme sjetve. Odabrani hibrid kukuruza sijan je u dva roka sjetve; 1. rok sjetve 01.05.2006. i 2. rok sjetve 17.05.2006. Sijan je traktorskom sijačicom „Becker“ s razmakom u redu od 13,6 cm, gustoća sklopa bila 85.000 zrna ha^{-1}. Veličina pokusne parcele u sjetvi iznosi 15,0 x 2,8 m^2, odnosno, sijalo se četiri reda kukuruza na međuredni razmak od 0,7 m i duljinu 15,0 m. Usjev je prorjeđivan na željeni sklop u fazi 4-5 vidljivih listova. Sjeme je prije sjetve tretirano insekticidom i repelentom protiv ptica (Mesurol FS 500 u dozi od 0,2l na 10 kg sjemena).

3.2. UZIMANJE UZORAKA

Uzorci kukuruza uzimani su u tri stadija zrelosti, prema vizualnoj procjeni razvoja tzv. “mliječne linije” zrna (Crookston i Kurle, 1988). Prva grupa uzoraka uzimana je u stadiju 1/3 vidljive mliječne linije, druga grupa, kod 2/3 vidljivosti mliječne linije, dok su treću grupu uzoraka predstavljali uzorci kukuruza u trenutku fiziološke zrelosti, odnosno vidljivosti “crnog sloja”. Kod svakog uzorkovanja uzimani su uzorci iz dva srednja reda i to u sredini parcele na dužini od tri metra. S navedene površine sve su biljke pokošene na visini od 15 cm, te im je određena ukupna masa.

Ukupna masa ili biološki prirod (ukupna produkcija nadzemnih mase u ST svih dijelova kukuruza po ha) utvrđen je zbrajanjem produkcije ST mase kompletne biljke kukuruza s 4,2 m^2 i izražena u ha^{-1}.

Pet normalno razvijenih biljaka sasjeckano je motornom sječkalicom VIKING GB370 (VIKING GmbH, Langkampfen/Kufstein Austrija), te je uzeto oko 1,0 kg dobro izmiješane zelene mase i određena ST.

3.3. DIJELOVI BILJKE KUKURUZA

Sa pet normalno razvijenih biljaka, uzetih na prethodno opisani način, izvršeno je odvajanje pojedinih dijelova biljke i to: donjeg dijela stabljike (dio stabljike ispod nodija iz kojeg izbija klip), gornjeg dijela stabljike, plojki donjih listova (listovi ispod nodija iz kojeg izbija klip), plojki gornjih listova, rukavci donjih listova, rukavci gornjih listova listovi komušine, drška klipa, oklaska i zrna. Svi odvojeni dijelovi su vagani i sušeni, isjeckani na dijelove duljine 1 cm, te sušeni, u peći na 60°C do konstantne težine. Računskim putem je određen postotni dio dijela od kompletne biljke.

3.4. KEMIJSKE ANALIZE

Prosušeni uzorci mljeveni su na veličinu ≤ 1 mm mlinom Cyclotec^{TM} 1093 Sample Mill (Foss, Danska), te im je određen osnovni kemijski sastav koji je rađen prema HRN ISO 6498:2001 (HRN, 2001) normativima, dok je sadržaj strukturnih vlakana određen prema metodi Van Soest i sur., (1991). Osnovna kemijska analiza uključuje određivanje suhe tvari (ST), pepela, sirovih masti (SM), sirovih vlakana (SV), sirove bjelančevine (SB) i kalkulativno nedušičnih ekstraktivnih tvari (NET), dok strukturna vlakna čine: NDV, KDV, te neprobavljivi dio lignin (KDL).

Sadržaj vode u uzorku određen prema HRN ISO 6496:2001 (HRN, 2001) proceduri tako da se oko 5g uzorka sušilo u sušioniku s prisilnom ventilacijom na 103°C četiri sata, te je sadržaj vode izračunat prema formuli:

$$Sadržaj\ vode\ (\%) = \frac{m1 - (m3 - m2)}{m1}\ x\ 100\%$$

m_1 – masa uzorka (g)

m_2 – masa posudice za sušenje (g)

m_3- masa posudice za sušenje s osušenim uzorkom (g)

Množenjem sadržaja vode (%) s 10 izražen je sadržaj vode u g/kg.

Sadržaj suhe tvari (g/kg) = 1000- sadržaj vode (g/kg)

Pepeo u uzorku određen je prema HRN ISO 5894:2004 (HRN, 2004) proceduri tako da se oko 3g uzorka u prethodno izvaganom lončiću predspali na plameniku u digestoru. Uzorak se spaljuje 3h. Nakon toga uzorak izvadimo iz peći, ohladimo na sobnu temperaturu, polijemo s malo vode i ostavimo u sušioniku zagrijanom na 103 ± 2°C da se prosuši oko pola sata. Prosušeni uzorak vratimo u peć i spaljujemo još 1h. Spaljeni uzorak ohladimo u eksikatoru na sobnu temperaturu i vagnemo na analitičkoj vazi. Iz razlike odvaga izračunamo maseni udio pepela u uzorku.

$$Pepeo\ \left(\frac{g}{kg}\right) = \frac{m1 - (m3 - m2)}{m1} x\ 1000$$

m_1 – masa uzorka (g)

m_2 – masa posudice za sušenje (g)

m_3- masa posudice za sušenje s osušenim uzorkom (g)

Količina sirovih bjelančevina (SB) određena je metodom po Kjeldahlu prema HRN ISO 5983-2:2010 (HRN, 2010) metodom po Kjeldahlu. Točno 0,5g uzorka spaljivano je u bloku za spaljivanje Tecator™ Digestion System™ 2020 (Foss, Danska) na temperaturi od 420°C uz dodatak 98%-tne sulfatne kiseline (H_2SO_4) i dvije tablete katalizatora Kjeltabs© (3,5g kalijevog sulfata i 0,4g bakar (II) sulfata pentahidrata po tableti), pri čemu je nastala otopina amonij sulfata. Destilacija amonijaka i titracija je vršena istovremeno u automatskom sistemu Kjeltec™ 2200 (Foss, Danska). U digest se dodaje 30%-tna otopina natrijevog hidroksida (NaOH) u suvišku pri čemu NH_4^+ prelazi u amonijak (NH_3). Oslobođeni amonijak se destilirao vodenom parom u 1%-tnu otopinu borne kiseline (H_3BO_3) uz dodatak otopine indikatora metil crvenog ($C_{15}H_{15}N_3O_2$) i bromkrezol zelenog ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$). Titrirano je s otopinom klorovodične kiseline (0,1000 mol/l). Sadržaj dušika izračunat je iz količine

proizvedenog amonijaka. Sadržaj sirovog proteina preračunavan je množenjem dobivenog sadržaja dušika s faktorom 6,25.

Sadržaj neutralnih detergent vlakana (NDV) određen je prema Van Soest i sur. (1991). Uzorak od 0,5g odvagan je u prethodno osušene i odvagane sinter lončiće. U poluautomatskom analizatoru Fibertec^{TM} 2010 (Foss, Danska) u sinter lončiće je dodano 100 ml otopine neutralnog detergenta i zagrijano do vrenja. Otopina neutralnog a pH vrijednosti od 6,95-7,05 dobivena je otapanjem 18,61g EDTA ($C_{10}H_{14}N_2O_8 \times 2H_2O$), 6,81g natrijevog borata dekahidrata ($Na_2B_4O_7 \times 10H_20$), 30g natrijevog lauril sulfata ($C_{12}H_{25}OSO_3Na$), 10ml trietilenglikola ($C_6H_{14}O_4$) i 4,56g bezvodnog dinatrij hidrogen fosfata (Na_2HPO_4) u 1000ml deionizirane vode. Uzorak je kuhan u otopini neutralnog detergenta jedan sat. Ostatak nakon kuhanja je ispran u acetonu i osušen u ventiliranom sušioniku. Sadržaj NDV-a uključuje ostatak pepela, a izračunat je prema formuli:

$$NDV\ (g/kg) = \frac{w1 - (w3 - w2)}{w1}\ x\ 1000$$

w_1 - masa suhog uzorka, (g)

w_2 - masa sinter lončića, (g)

w_3 - masa sinter lončića s uzorkom nakon kuhanja u neutralnoj otopini i sušenja, (g)

Za određivanje NDV-a zrelog zrna kukuruza u 100 ml neutralnog detergenta dodano je 50µL termostabilne ά-amilaze (Sigma Scientific) kako bi se omogućila razgradnja škroba.

Količina kiselih detergent vlakana (KDV) određen je kuhanjem uzorka u otopini kiselog detergenta po prethodno opisanom postupkom za određivanje sadržaja NDV-a. Otopina kiselog detergent je dobivena otapanjem 20g CTAB (cetil trimetil amonijum bromid) u 1000 ml 1N sulfatne kiseline. Sadržaj KDV-a uključuje ostatak pepela i izračunat je prema formuli:

$$KDV\ (g/kg) = \frac{w1 - (w3 - w2)}{w1}\ x\ 1000$$

w_1 - masa suhog uzorka, (g)

w_2 - masa sinter lončića (g)

w_3 - masa sinter lončića s uzorkom nakon kuhanja u kiseloj otopini i sušenja (g).

Kiseli detergent lignin (KDL) ili samo lignin određen je kuhanjem uzorka u otopini kiselog detergenta iz prethodno opisanog postupkom za određivanje sadržaja KDV-a. Nakon kuhanja u kiseloj otopini uzorak je sušen pet sati na temperaturi od 103°C. Ostatak dobiven kuhanjem u otopini namakan je tri sata u 72%-tnoj otopini sulfatne kiseline (H_2SO_4), zatim ispran u vrućoj vodi i sušen dva sata na 130°C. Sadržaj lignina uključuje ostatak pepela i izračunat je prema formuli:

$$KDL\,(g/kg) = \frac{w1 - (w3 - w2)}{w1}\ x\,1000$$

w_1 - masa suhog uzorka, (g)

w_2 - masa sinter lončića (g)

w_3 - masa sinter lončića s uzorkom nakon kuhanja u kiseloj otopini, namakanja u 72%- tnoj sulfatnoj kiselini i sušenja, (g)

Sadržaj sirovih masti (SM) u uzorcima određen je prema HRN ISO 6492:2001. (HRN,2001) normativima. Pripremljeni uzorak, 1,0 g ekstrahiran je u lakom petroleteru (točka vrelišta 40-60°C) u poluautomatskoj jedinici za ekstrakciju Soxtec™ 1040 (Foss, Danska). Ostatak dobiven ekstrakcijom osušen je u ventiliranom sušioniku na 103°C tijekom 10±0,1 minuta i izvagan. Sadržaj SM određen je prema formuli:

$$Sirove\,masti\,(g/kg) = \frac{w1 - (w3 - w2)}{w1}\ x\,1000$$

w_1 - masa suhog uzorka, (g)

w_2 - masa ekstrakcione posudice, (g)

w_3 - masa ekstrakcione posudice sa ostatkom nakon ekstrahiranja i sušenja, (g)

Određivanje ukupnog škroba iz cijele biljke kukuruza izvršeno je enzimatskom hidrolizom po metodi odobrenoj od AACC (1996), korištenjem α amilaza / amiloglukozidazom kita (Megazyne Int. Ire. Ltd., Irska). Hidroliza škroba odvija se u dvije faze - u prvoj fazi škrob se djelomično hidrolizira i u potpunosti otopi, u drugoj fazi dekstrini škroba kvantitativno se hidroliziraju do glukoze djelovanjem amiloglukozidaze.

Sadržaj SVIH hranjivih tvari u silažnoj masi i dijelovima biljke kukuruza izražen je kao g/kg suhe tvari.

3.5. ODREĐIVANJE *IN-VITRO* RAZGRADLJIVOSTI

Procjena buražne razgradljivosti suhe tvari (IVPST), te razgradljivosti NDV (IVPNDV) kompletne biljke i pojedinih dijelova određene su *in vitro* metodom korištenjem Daisy^{II} inkubatora (ANKOM Technology Coorporation, Macedon, NY, SAD) opisano po Holdenu (1999). Navedenom metodom inkubiramo 0,5 g uzorka u poliester filter vrećicama ANKOM F57 (ANKOM Technology Coorporation, Macedon, NY, SAD) u vremenu od 48 sati. Tijekom inkubacije posude rotiraju u kućištu inkubatora na stalnoj temperaturi od 39,5 ±5°C i tako oponašaju uvjete u buragu. U svaku inkubacijsku posudu zajedno s vrećicama koje sadrže uzorak stavljena je i prazna zavarena vrećica kao slijepa proba radi korekcije rezultata za masu buražnih bakterija koja zaostaje na vrećicama.

Uzorci se inkubiraju u staklenim posudama s 1600 ml mješavine pufera i 400 ml procijeđenog buražnog soka (Holden, 1999.). Pufer je dobiven miješanjem otopine pufera A i otopine B. Otopina A dobivena je otapanjem 10g kalijevog hidrogen fosfata (KH_2PO_4), 0,5g magnezijevog sulfat heptahidrata ($MgSO_4x7H_2O$), 0,5g natrijevog klorida (NaCl), 0,1 g kalcijevog klorida dihidrata ($CaCl_2x2H_2O$) i 0,5g uree u 1000 ml deionizirane vode. Otopina B dobiven je otapanjem 15 g natrijevog karbonata (Na_2CO_3) i 1g natrijevog sulfat nonahidrata (Na_2Sx9H_2O). Otopine A i B miješane su u omjeru 5:1 čime je dobiven pufer pH=6,8 pri temperaturi od 39,5°C. Nakon punjenja puferom boce su vraćene u inkubator i grijane na 39,5±5°C prije dodataka buražnog sadržaja.

Buražni sok uziman je od 4 fistulirane ovce Charolais pasmine ujednačene mase, kondicije i starosti. Ovce su bile držane pojedinačno i slobodno u boksovima i hranjene standardnim obrokom na uzdržnoj razini dva puta dnevno. Obrok se sastojao 75% od livadnog sijena i 25% od koncentrata za ovca.

Prije svakog uzimanja buražnog soka inkubacijske su stavljene vrećice s uzorcima. U svaku staklenku s puferom i uzorcima dodano je 400 ml procijeđenog buražnog sadržaja. Staklenke su napunjene s CO_2, zatvorene i vraćene u inkubator. Svi uzorci su inkubirani tijekom 48 sati na temperaturi 39,5 ±5°C i uz lagano rotiranje inkubacijskih posuda. Nakon inkubacije vrećice su lagano ispirane u hladnoj vodi, dok voda nije bila bistra. Isprane vrećice s ostatkom sušene su na 60°C tijekom 48 sati i vagane prema formuli.

Vrijednost razgradljivosti suhe tvari (IVPST) određena je prema formuli (Lauer i sur., 2001):

$$IVPST\ (\%) = 100 - \frac{(w3 - (w1\ x\ c1))\ x\ 100}{w2\ x\ ST}$$

IVPST = *in-vitro* razgradljivost suhe tvari dobivena u %

w_1 = masa prazne odmašćene vrećice

w_2 = masa uzorka

w_3 = masa ostatka nakon inkubacije

c_1 = slijepa proba - masa prazne vrećice nakon inkubacije, ispiranja i sušenja

ST = % suhe tvari

Ostatak suhe tvari zrna nakon *in vitro* inkubacije izražen je kao postotak početne mase suhog uzorka odvaganog u vrećicu kako bi se odredio postotak nerazgrađenog dijela. Razgradljivost suhe tvari zrna određena je oduzimanjem vrijednosti nerazgradljivog dijela od 100. Razgradljivost suhe tvari dobivena u %, pomnožena je s 10 kako bi se izrazila u g/kg. *In vitro* razgradljivost škroba zrna kukuruza određen je mjerenjem stupnja pristupačnosti škroba prema Blasel i sur. (2006). U ostatku nakon inkubacije određen je sadržaj škroba prema prije navedenoj metodi. Ostatak škroba nakon *in vitro* inkubacije izražen je kao postotak početne mase škroba u uzroku odvaganom u vrećicu da bi se odredio postotak nerazgrađenog škroba.

3.6. IZRAČUNAVANJE ENERGETSKIH VRIJEDNOSTI I POTENCIJALNE PROIZVODNJE MLIJEKA

Energetske vrijednosti kukuruza za silažu izračunata je jednadžbo, kojom se kao energetska vrijednost dobije neto energija za laktaciju (NEl, MJ/kg ST). Procjena NEL-a uzoraka kukuruza izračunata je prema jednadžbi: *NEL (MCal/kg) = [probavljivi SP + probavljiva SM + probavljiva NDV + probavljivi NET – 7) x 0,0245] - 0,12* (Weiss, 1996), te je se dobivena vrijednost preračunati u MJ množenjem s 4,184.

Kalkulativne vrijednosti hranjivosti cijele i dijelova biljke kukuruza procijenjene su sistemom jednadžbi Milk2006 (Shaver i sur., 2006.), korištenjem kalkulativnog programa MS Excel (Microsoft Corp., Richmond, USA). Navedenim sistemom hranjiva vrijednost silažnog kukuruza izraženi su u očekivanim kg mlijeka po toni silaže kukuruza (kg/t) i kg mlijeka po hektaru poljoprivredne površine (kg/ha).

3.7. STATISTIČKA ANALIZA DOBIVENIH PODATAKA

Dobiveni rezultati obrađeni su analizom varijance (ANOVA) statističkog programa SAS (SAS Institut,1999) korištenjem GLM procedure. Istraživanje je bilo postavljeno kao Split-Plot s tri ponavljanja, kako bi testirali glavne utjecaje (sjetva, košnja) i njegova interakcije u prinosu, kemijskom sastavu, razgradljivosti i potencijalnim proizvodnim rezultatima od navedenog kukuruza.

Korišteni model je bio: $Y_{ijk} = \mu + R_i + S_j + K_k + (S_j \times K_k) + e_{ijk}$

u kojem je Y_{ijk} = zavisna varijabla, μ = korigirana srednja vrijednost, R_i = utjecaj repeticije (i = 1, 2, 3), S_j = utjecaj sjetve (j = 1 i 2), K_k = utjecaj košnje (k = 1, 2 i 3), (S_j x K_k) = interakcija između sjetve (j = 1 i 2) i košnje (k = 1, 2 i 3), te e_{ijk} = eksperimentalna greška.

Za uspoređivanje srednjih vrijednosti nakon testa statističke značajnosti (F-test) korišten je LSD test za P=0,05.

4. REZULTATI

4.1. UDIO DIJELOVA, TE PRINOS DIJELOVA I CIJELE BILJKE KUKURUZA

Cijela biljka kukuruza sadrži nešto više klipa (komušina+oklasak+drška+zrno), nego vegetativnih dijelova (stabljika+list+rukavci). Kada se gleda udjel pojedinih dijelova u ukupnoj masi tada suha tvar biljke kukuruza sadrži (%) najviše zrna, zatim stabljike, slijede listovi, pa rukavci. Donja stabljika čini pretežni dio ili 70% mase cijele stabljike, masa donjih listova je nešto veća nego gornjih, a sličan je udjel donjih i gornjih rukavaca u ukupnoj masi rukavaca. U klipu je najviše zrna, a najmanje drške, dok je udjel komušine i oklaska 6, odnosno 8% cijele biljke (Grafikon 2).

Tablica 2. Udio pojedinih dijelova biljke kukuruza u cijeloj biljci različitih rokova sjetve i košnje, (% od ST)

Dio biljke/ agroteh.		*Stabljika*	*Stabljika-donja*	*Stabljika-gornja*	*Listovi*	*Listovi-donji*	*Listovi-gornji*	*Rukavci*	*Rukavci-donji*	*Rukavci-gornji*	*Komušina*	*Oklasak*	*Drška*	*Zrno*
Rana sjetva	*1/3*	**17,25**	**13,43**	**3,83**	**14,82**	**9,13**	**5,69**	**7,27**	**3,49**	**3,78**	**5,93**	**8,34**	**0,98**	**45,41**
	1/2	**12,49**	**8,84**	**3,65**	**11,66**	**5,84**	**5,83**	**6,75**	**3,17**	**3,59**	**5,67**	**7,97**	**1,61**	**53,85**
	2/3	**14,74**	**10,50**	**3,97**	**11,49**	**5,68**	**5,81**	**7,24**	**3,80**	**3,44**	**5,74**	**7,24**	**1,36**	**52,45**
Kasna sjetv.	*1/3*	**11,83**	**7,39**	**4,44**	**12,63**	**6,11**	**6,52**	**7,00**	**3,12**	**3,88**	**6,28**	**8,69**	**1,67**	**51,91**
	1/2	**12,66**	**9,34**	**3,32**	**12,57**	**6,47**	**6,10**	**7,54**	**3,78**	**3,76**	**5,88**	**8,12**	**1,49**	**51,74**
	2/3	**11,29**	**7,35**	**3,95**	**10,94**	**5,32**	**5,62**	**5,81**	**3,21**	**2,60**	**6,71**	**7,38**	**1,31**	**56,55**
prosjek		**13,33**	**9,47**	**3,86**	**12,35**	**6,42**	**5,93**	**6,94**	**3,43**	**3,51**	**6,04**	**7,96**	**1,42**	**51,99**
LSD (0,05)		**-**	**-**	**-**	**1,55**	**1,96**	**-**	**-**	**-**	**1,04**	**-**	**1,65**	**-**	**4,86**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije

Utvrđena je značajna razlika ($p \leq 0,05$) za pojedine dijelove kukuruza sijane i košene u različitim stadijima zrelosti zrna (Tablica 2, 2a), odnosno, u interakciji različitog roka sjetve i košnje kukuruza

Obzirom na interakciju različitih rokova sjetve i košnje kukuruza utvrđena je značajna razlika u udjelu listova, te listova donjeg dijela stabljike, odnosno sa starenjem biljke i kasnijim rokom sjetve dolazi do smanjena udjela ovih dijelova u odnosu na cijelu biljku. Osim ovih dijelova biljke kukuruza, navedena interakcija djelovala je i na razlike u udjelu rukavaca gornjih listova, te oklaska i zrna kukuruza. Slično kao i kod listova sa što kasnijim rokom sjetve i košnje kukuruza dolazi do opadanja udjela i gornjih listova, te oklaska, dok se jedino s odgađanjem sjetve i košnje povećava udio zrna istraživanim biljkama kukuruza.
Kod svih ovih promatranih dijelova biljke možemo primijetiti zajednički trend, da se sa dozrijevanjem i starenjem biljke kukuruza smanjuje udio vegetativnih dijelova biljke i dijelova biljke kukuruza koji su i vezi s klipom kukuruza, dok se značajno povećava samo udio zrna u biljci kukuruza (s 45% na oko 57%). Ostali dijelovi biljke kukuruza nisu pokazali statistički značajne razlike obzirom na unaprijed definirane različitosti uzgoja.

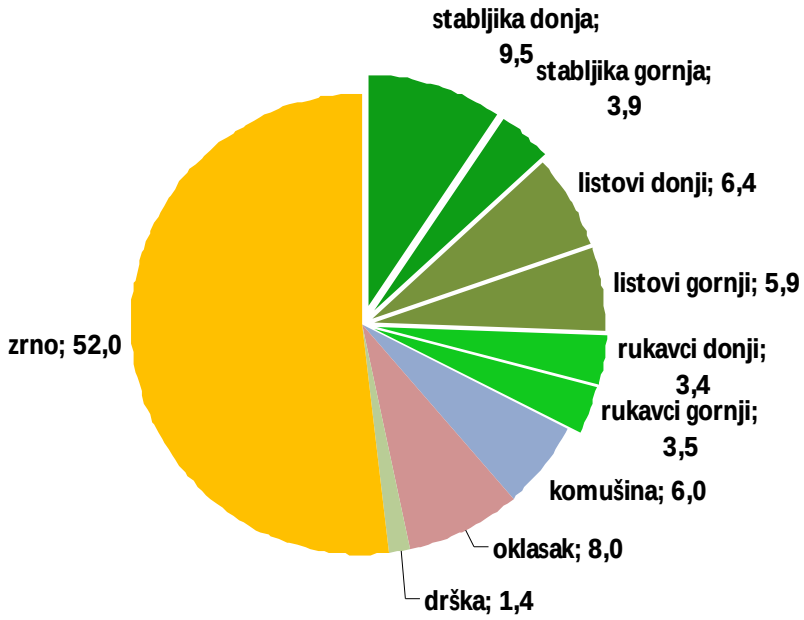
Tablica 2a. Kombinirana analiza varijance za dio pojedinih dijelova biljke kukuruza u cijeloj biljci različitih rokova sjetve i košnje, (% od ST)

Izvor varijabilnosti	***n-1***	***Stabljika***	***Stabljika-donja***	***Stabljika-gornja***	***Listovi***	***Listovi-donji***	***Listovi-gornji***	***Rukavci***	***Rukavci-donji***	***Rukavci-gornji***	***Komušina***	***Oklasak***	***Drška***	***Zrno***
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***Ns***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,005***	***0,01***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,01***	***NS***	***0,03***	***NS***	***0,02***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SxK – Sjetva x košnja

Prinos pojedinih dijelova biljke kukuruza i cijele biljke izraženi su po ha poljoprivredne površine i to u svježem stanju, te preračunato na prinos u ST prikazani su u narednim tablicama i grafikonima.

Grafikon 2. Prosječni udio pojedinih dijelova biljke kukuruza u cijeloj biljci, (% od ST)



Kod svježeg kukuruza statistički značajne razlike (Tablica 3, 3a.) nisu utvrđene niti za jedan dio kukuruzne biljke sijane u različitim rokovima, već su se statistički razlikovali prinosi pojedinih dijelova za različitu košnju, te interakciju sjetve i košnje biljke kukuruza.

Različita košnja silažnog kukuruza utjecala je na smanjenje prinosa mase stabljike kukuruza s prosječno 7,1 na 5,3 t/ha. Navedeni pad prinosa utvrđen je i kod većine ostalih dijelova biljke, pa tako i kod ukupne biljke kukuruza, kod koje je pad prinosa svježeg kukuruza, obzirom na odgađanje košnje u prosjeku padao s 4,77 na 4,10 t/ha.

Navedene promjene u interakciji sjetve i košnje nisu izražene i statistički značajne za toliki broj dijelova kao što je to slučaj samo za košnju, te je utvrđen za izrazito vegetativne dijelove biljke i to ukupnu stabljiku i njen donji dio, te ukupnu masu listova s listovima donjeg dijela stabljike.

Tablica 3. Prinos pojedinih dijelova i cijele biljke kukuruza različitih rokova sjetve i košnje, (t/ha)

Dio biljke/ agroteh.		*Stabljika*	*Stabljika-donja*	*Stabljika-gornja*	*Listovi*	*Listovi-donji*	*Listovi-gornji*	*Rukavci*	*Rukavci-donji*	*Rukavci-gornji*	*Komušina*	*Oklasak*	*Drška*	*Zrno*	*Cijela biljka*
Rana sjetva	1/3	**9,03**	**7,03**	**2,00**	**7,73**	**4,75**	**2,98**	**3,81**	**1,82**	**1,98**	**3,11**	**4,37**	**0,51**	**23,76**	**52,30**
	1/2	**5,29**	**3,77**	**1,52**	**4,90**	**2,46**	**2,44**	**2,84**	**1,34**	**1,50**	**2,37**	**3,33**	**0,68**	**22,58**	**41,98**
	2/3	**6,18**	**4,48**	**1,70**	**4,90**	**2,43**	**2,47**	**3,08**	**1,62**	**1,47**	**2,46**	**3,08**	**0,58**	**22,41**	**42,70**
Kasna sjetva	1/3	**5,09**	**3,18**	**1,91**	**5,42**	**2,62**	**2,80**	**3,00**	**1,34**	**1,66**	**2,72**	**3,75**	**0,72**	**22,34**	**43,02**
	1/2	**5,64**	**4,17**	**1,47**	**5,59**	**2,89**	**2,70**	**3,37**	**1,70**	**1,67**	**2,62**	**3,60**	**0,67**	**22,64**	**44,13**
	2/3	**4,45**	**2,90**	**1,55**	**4,31**	**2,10**	**2,21**	**2,29**	**1,26**	**1,04**	**2,65**	**2,92**	**0,52**	**22,28**	**39,41**
prosjek		**5,95**	**4,25**	**1,69**	**5,47**	**2,87**	**2,60**	**3,07**	**1,51**	**1,55**	**2,65**	**3,51**	**0,61**	**22,67**	**43,92**
LSD (0,05)		**1,98**	**1,90**	**-**	**1,21**	**1,17**	**0,46**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije

Tablica 3a. Kombinirana analiza varijance za prinos pojedinih dijelova i cijele biljke kukuruza različitih rokova sjetve i košnje, (t/ha)

Izvor varijabi-nosti	*n-1*	*Stabljika*	*Stabljika-donja*	*Stabljika-gornja*	*Listovi*	*Listovi-donji*	*Listovi-gornji*	*Rukavci*	*Rukavci-donji*	*Rukavci-gornji*	*Komušina*	*Oklasak*	*Drška*	*Zrno*	*Cijela biljka*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***0,04***	***NS***	***0,01***	***0,002***	***0,004***	***0,02***	***NS***	***NS***	***0,01***	***NS***	***0,03***	***NS***	***NS***	***0,04***
S x K	***2***	***0,02***	***0,03***	***NS***	***0,01***	***0,01***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SxK – Sjetva x košnja

Pri interpretaciji rezultata prinosa izraženog u suhoj tvari nešto je drugačija situacija i nije utvrđeno toliko statistički značajnih razlika kao kod svježeg kukuruza.

Kao i kod svježeg kukuruza sjetva kukuruza nije značajno utjecala na promjene prinosa dijelova biljke kukuruza. Unatoč manjem broju značajnih razlika u prinosu /ST važno je naglasiti da osim značajnih razlika kod donjeg dijela stabljike i komušine najznačajnije razlike u prinosu imamo kod najvažnijeg dijela biljke, a to je zrno, te ukupna masa cijele biljke kukuruza. Tako s kasnijom košnjom kukuruza imamo povećanje u prinosu ST zrna kukuruza koji se povećava s 7,0 na 9,6 t/ha zrna kukuruza, te povećanje ukupne silažne mase u ST koja se povećava s odgađanjem košnje s 14,5 na 17,7 t/ha.

Interakcije sjetve i košnje koje dovode do promjena ST mase dijelova biljke kukuruza zabilježene su kod listova, te listova donjeg dijela stabljike i obzirom na interakciju kod ovih vegetativnih dijelova biljke kukuruza imamo trend pada prinosa ST.

Tablica 4. Prinos pojedinih dijelova i cijele biljke kukuruza različitih rokova sjetve i košnje, (t/ha ST)

Dio biljke/ agroteh.		***Stabljika***	***Stabljika-donja***	***Stabljika-gornja***	***Listovi***	***Listovi-donji***	***Listovi-gornji***	***Rukavci***	***Rukavci-donji***	***Rukavci-gornji***	***Komušina***	***Oklasak***	***Drška***	***Zrno***	***Cijela biljka***
Rana sjetva	1/3	**2,73**	**2,13**	**0,61**	**2,34**	**1,44**	**0,90**	**1,15**	**0,55**	**0,60**	**0,94**	**1,33**	**0,16**	**7,18**	**15,82**
	1/2	**1,84**	**1,30**	**0,53**	**1,71**	**0,86**	**0,85**	**0,99**	**0,47**	**0,52**	**0,83**	**1,17**	**0,24**	**7,89**	**14,65**
	2/3	**2,63**	**1,91**	**0,72**	**2,08**	**1,03**	**1,05**	**1,31**	**0,69**	**0,62**	**1,04**	**1,31**	**0,25**	**9,53**	**18,15**
Kasnija sjetva	1/3	**1,57**	**0,98**	**0,59**	**1,67**	**0,81**	**0,86**	**0,92**	**0,41**	**0,51**	**0,84**	**1,15**	**0,22**	**6,88**	**13,25**
	1/2	**2,04**	**1,52**	**0,53**	**2,00**	**1,03**	**0,96**	**1,20**	**0,61**	**0,59**	**0,94**	**1,29**	**0,24**	**8,12**	**15,83**
	2/3	**1,94**	**1,23**	**0,68**	**1,88**	**0,91**	**0,96**	**1,00**	**0,55**	**0,45**	**1,15**	**1,27**	**0,23**	**9,71**	**17,17**
prosjek		**2,13**	**1,52**	**0,61**	**1,95**	**1,01**	**0,93**	**1,10**	**0,55**	**0,55**	**0,96**	**1,25**	**0,22**	**8,22**	**15,81**
LSD (0,05)		-	-	-	**0,42**	**0,37**	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije

Tablica 4a. Kombinirana analiza varijance za prinos pojedinih dijelova i cijele biljke kukuruza različitih rokova sjetve i košnje, (t/ha ST)

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Stabljika*	*Stabljika -donja*	*Stabljika -gornja*	*Listovi*	*Listovi-donji*	*Listovi-gornji*	*Rukavci*	*Rukavci-donji*	*Rukavci-gornji*	*Komušina*	*Oklasak*	*Drška*	*Zrno*	*Cijela biljka*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*
Košnja	***2***	***NS***	***NS***	***0,01***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,05***	***NS***	***NS***	***<0,001***	***0,02***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,03***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*

SxK – Sjetva x košnja

4.2. KEMIJSKI SASTAV RAZLIČITIH DIJELOVA BILJKE KUKURUZA

4.2.1. KEMIJSKI SASTAV CIJELE BILJKE

Različitosti u kemijskom sastavu i energetskoj vrijednosti cijele biljke kukuruza, obzirom na različito vrijeme košnje, jedan je od najistraživanijih parametara pri procjeni optimalnog roka za spremanje silaže o čijim se spoznajama moglo čitati i u prethodno citiranoj literaturi. Nešto manje istraživan utjecaj koji djeluje na sastav kukuruza osim roka skidanje kukuruzne silažne mase predstavlja i različito vrijeme sjetve odnosno i njihovo međudjelovanje na sastav biljke kukuruza. Prema navedenim različitostima kemijski sastav kukuruza manje se mijenjao obzirom na različitu sjetvu, nego za različite rokove košnje kukuruza (Tablica 5, 5a).

Tablica 5. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **cijele biljke** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*Škrob*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*	*NEL, MJ/kg ST*
Rana sjetva	*1/3*	**303,0**	**40,51**	**91,3**	**26,15**	**172,5**	**669,6**	**296,7**	**580,0**	**219,8**	**35,2**	***6,27***
	1/2	**348,7**	**32,33**	**90,1**	**24,70**	**144,3**	**708,6**	**440,1**	**617,0**	**174,1**	**26,6**	***6,51***
	2/3	**425,0**	**33,01**	**87,4**	**24,44**	**130,8**	**724,4**	**456,1**	**685,0**	**155,3**	**24,1**	***6,45***
Kasna sjetva	*1/3*	**307,4**	**36,02**	**88,2**	**29,64**	**146,1**	**700,1**	**401,6**	**528,0**	**185,6**	**27,6**	***6,48***
	1/2	**358,7**	**36,50**	**85,1**	**24,23**	**148,7**	**705,4**	**448,6**	**515,0**	**179,9**	**26,1**	***6,57***
	2/3	**404,6**	**30,63**	**83,6**	**26,94**	**120,9**	**737,9**	**482,2**	**701,0**	**146,1**	**20,1**	***6,68***
prosjek		**357,9**	**34,84**	**87,6**	**26,01**	**143,9**	**707,6**	**420,9**	**604,0**	**176,8**	**26,6**	**6,49**
***LSD** (0,05)*		**-**	**0,28**	**-**	**-**	**-**	**1,48**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 5a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **cijele biljke** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*Škrob*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*	*NEL, MJ/kg ST*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***0,03***	***NS***	***0,03***	***NS***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*
Košnja	***2***	***0,002***	***<0,001***	***NS***	***NS***	***<0,001***	***<0,001***	***<0,001***	***0,01***	***<0,001***	***0,4***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***0,004***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,03***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*

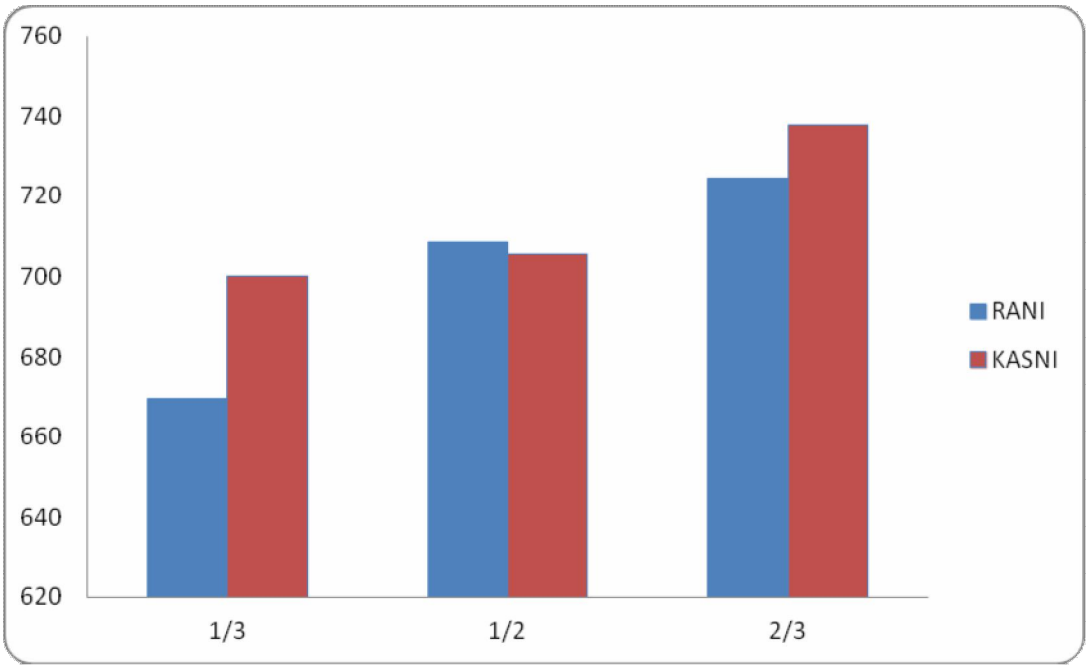
SxK – Sjetva x košnja

Kukuruz sijan u različitim rokovima sjetve imao je statistički niži sadržaj SB od onog sijanog kasnije, tako da prosjek SP ranije sijanog kukuruza iznosi 89,6 g/kg ST, dok kasnije sijani kukuruz ima sadržaj proteina u prosjeku od 85,6 g/kg ST. Osim sadržaja proteina ranija sjetva utjecala je i na smanjenje sadržaja SV koja su opala s 149 na 139 g/kg ST, te sadržaj škroba u kompletnoj biljci koji je, također s kasnijom sjetvom porastao i to s 398 na 444 g/kg ST kompletne biljke kukuruza.

Što se pak utjecaja rokova košnje tiče, odgađanje košnje kukuruza utjecalo je na većinu kemijskog sastava biljke kukuruza, osim ne na sadržaj proteina, masti i ukupnu energiju za laktaciju iz biljke kukuruza. Od najvažnijih komponenti sastava kukuruza značajno je naglasiti da odgađanje košnje statistički značajno utječe na smanjenje sadržaja SV biljke kukuruza koja su se smanjila s 159 na 126 g/kg ST. Osim na smanjenje ukupnih vlakana odgođena košnja, različito utječe na ostale vlaknaste frakcije biljke kukuruza. Tako da kasnija košnja kukuruza povećava sadržaj NDV-a s 554 na 693 g/kg ST, dok se ostale dvije frakcije vlakana smanjuju. Tako da kasnija košnja kukuruza, smanjuje sadržaj KDV-a s 203 na 151 g/kg ST, te neočekivano, smanjuje i sadržaj lignina s 31 na 22 g/kg ST biljke kukuruza.

Osim ovih pojedinačnih utjecaja na kemijski sastav biljke kukuruza u interakciji sjetve s košnjom utvrđene su promjene samo za sadržaj pepela i NET-a, te s promjenama u sjetvi i košnji, odnosno s odgađanjem njihovih rokova sadržaj pepela se smanjuje s 41 na 31 g/kg ST, odnosno očekivano, sadržaj NET-a raste s 670 na 738 g/kg ST kompletne biljke kukuruza (Grafikon 4).

Grafikon 4. Utjecaj rokova sjetve na sadržaj NET-a (g / 100% ST) **cijele biljke** kukuruza košenog u različitim stadijima zrelosti zrna (prema mliječnoj liniji)



4.2.2. KEMIJSKI SASTAV STABLJIKE

Nakon kemijskog sastava i energetske vrijednosti cijele biljke kukuruza, nadalje su utvrđene i promijene u navedenih svojstava pojedinih dijelova biljke kukuruza. Biljka kukuruza podijeljena je na osnovne organe, te su pojedini vegetativni organi podijeljeni u daljnje skupine, prema njihovom rasporedu na biljci kukuruza.

Prvo su se utvrđivale promijene na cijeloj stabljici kukuruza. U cijele stabljike kukuruza (Tablica 6, 6a) različitog roka sjetve i košnje biljke kukuruza nije utvrđena statistički značajna razlika niti u jednom od određivanih parametara, te jedina utvrđena statistička razlika bila u količini suhe tvari s pomicanjem roka košnje i sazrijevanjem kukuruza, tako da imamo povećanje sadržaja ST kompletne stabljike s 174 na 210 g/kg ST.

Tablica 6. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **stabljike** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**188,0**	**41,1**	**34,4**	**10,1**	**285,2**	**629,0**	**653,0**	**360,0**	**75,0**
	1/2	**184,0**	**52,4**	**35,76**	**10,6**	**338,8**	**563,0**	**783,0**	**396,0**	**95,7**
	2/3	**218,3**	**39,7**	**34,55**	**12,8**	**271,7**	**641,0**	**651,0**	**325,0**	**66,1**
Kasna sjetva	*1/3*	**160,1**	**58,0**	**35,40**	**10,8**	**361,6**	**534,0**	**722,0**	**440,0**	**98,8**
	1/2	**182,7**	**57,9**	**35,50**	**11,0**	**308,2**	**587,0**	**661,0**	**365,0**	**93,6**
	2/3	**201,9**	**60,7**	**36,38**	**10,1**	**333,9**	**559,0**	**744,0**	**380,0**	**100,8**
prosjek		**189,2**	**51,6**	**35,33**	**10,9**	**316,6**	**586,0**	**702,0**	**378,0**	**88,3**
***LSD** (0,05)*		-	-	-	-	-	-	-	-	-

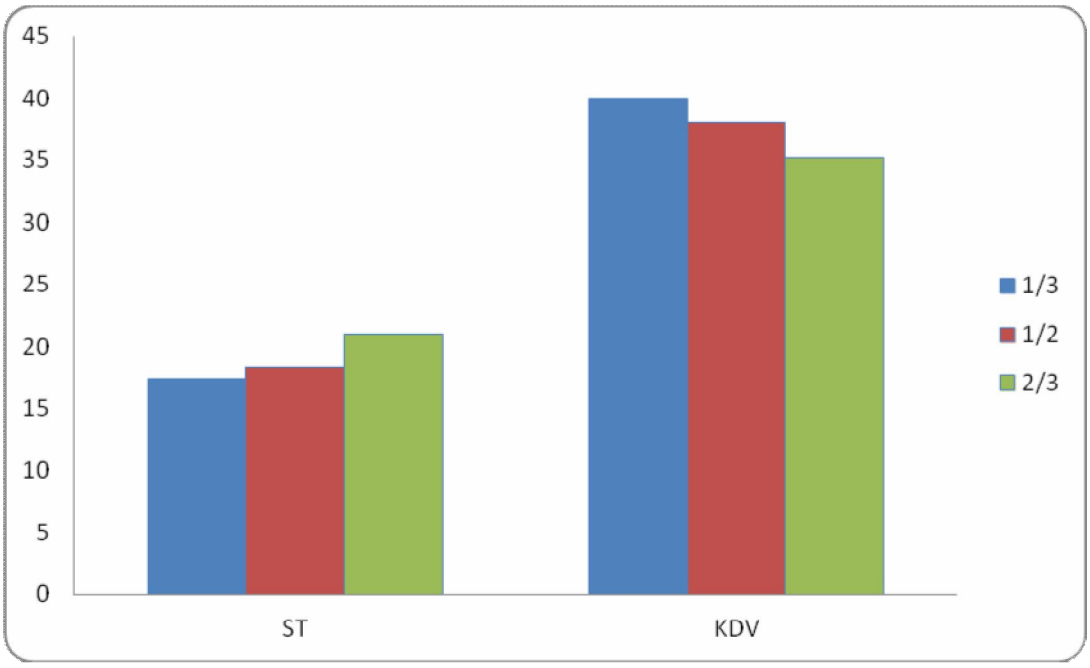
1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 6a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **stabljike** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***0,01***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mada u utvrđivanim vrijednostima nisu utvrđene statistički značajne razlike određene razlike su uočene, pa s odgađanjem roka sjetve imamo porast sadržaja SV s 299 na 335 g/kg ST , te smanjenje sadržaja frakcije vlakana KDV koji se s odgađanjem roka košnje smanjio s 400 na 352 g/kg ST (Grafikon 5).

Grafikon 5. Utjecaj rokova košnje na sadržaj ST i KDV (g / 100% ST) **STABLJIKE** kukuruza



4.2.3. KEMIJSKI SASTAV DONJEG DIJELA STABLJIKE

Kao što je već napomenuto, osim cjele stabljike kukuruza, utvrđivane su promijene i donjeg, odnosno, gornjeg dijela stabljike kukuruza.

Kao i kod kompletne stabljike kukuruza, niti u donjem dijelu te iste stabljike, obzirom na različite rokove sjetve i košnje nije utvrđeno mnogo razlika u kemijskom sastavu.

Statistička je razlika utvrđena u sadržaju SB obzirom na različit rok sjetve, tako da je sadržaj SB donjeg dijela stabljike porastao s 306 na 365 g/kg ST. Osim promjena u sadržaju SB jedine statistički značajne razlike utvrđene su još za količinu lignina u interakciji odgađanja roka sjetve i košnje kukuruza, te imamo povećanje sadržaja lignina u donjem dijelu stabljike s 76 na 107 g/kg ST lignina (Tablica 7, 7a).

Tablica 7. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **donjeg dijela stabljike** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**172,8**	**41,0**	**31,78**	**11,53**	**310,0**	**606,0**	**617,0**	**374,0**	**105,1**
	1/2	**168,0**	**56,3**	**32,15**	**8,89**	**357,0**	**546,0**	**695,0**	**421,0**	**110,1**
	2/3	**195,9**	**39,8**	**27,94**	**10,07**	**293,0**	**630,0**	**586,0**	**349,0**	**76,1**
Kasna sjetva	*1/3*	**138,6**	**60,3**	**38,53**	**08,71**	**383,0**	**509,0**	**745,0**	**459,0**	**109,1**
	1/2	**168,1**	**62,9**	**35,05**	**11,17**	**320,0**	**571,0**	**637,0**	**381,0**	**91,4**
	2/3	**182,7**	**61,5**	**35,98**	**8,42**	**356,0**	**538,0**	**693,0**	**427,0**	**118,5**
prosjek		**171,0**	**53,6**	**33,57**	**9,8**	**336,0**	**566,0**	**662,0**	**402,0**	**101,7**
***LSD** (0,05)*		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**44,41**

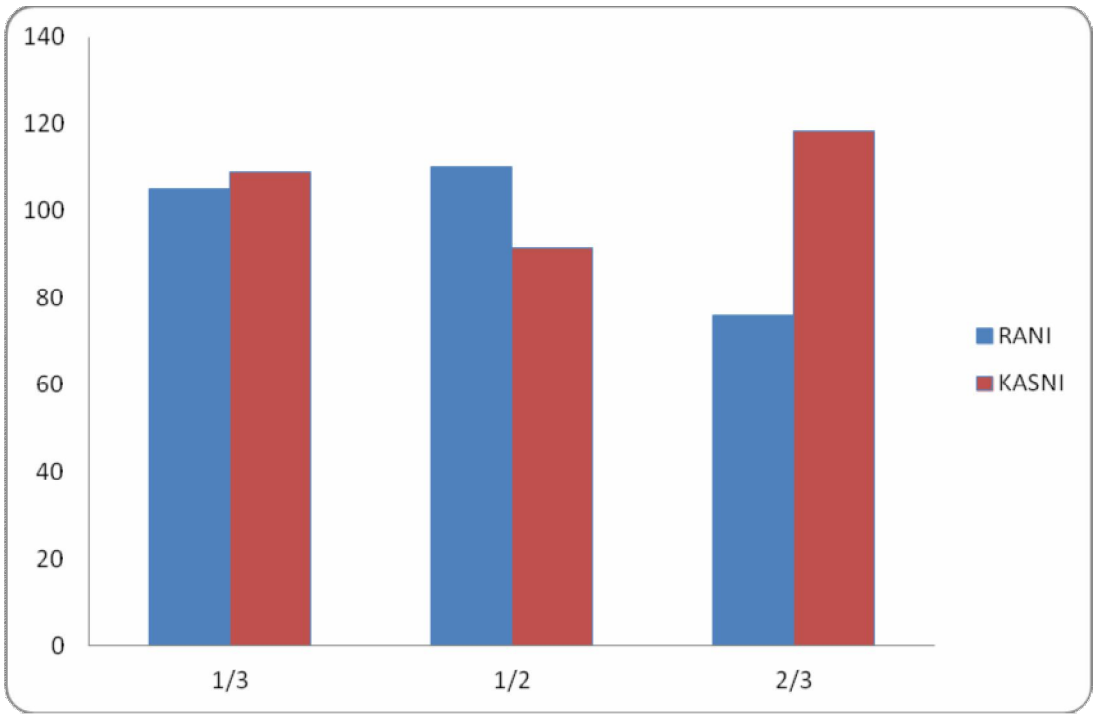
1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 7a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **donjeg dijela stabljike** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***0,03***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Košnja	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,03***
Greška	***8***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Osim statistički značajnih razlika kod donjeg dijela stabljike kukuruza primjećujemo trend (Grafikon 6.) povećanja suhe tvari sa starenjem ranije sijane i košene biljke kukuruza i to od 139 pa do 183 g/kg ST preračunato na 100 % ST.

Grafikon 6. Utjecaj rokova sjetve na sadržaj lignina (g / 100% ST) **donjeg dijela stabljike** kukuruza košenog u različitim stadijima zrelosti zrna (prema mliječnoj liniji)



4.2.4. KEMIJSKI SASTAV GORNJEG DIJELA STABLJIKE

Slično kao i u primjeru donjeg dijela stabljike biljke kukuruza statistički značajne razlike u kemijskom sastavu gornjeg dijela stabljike utvrđene su samo za sadržaj ukupne ST, te lignina (Tablica 8, 8a).

Sadržaj ST gornjeg dijela stabljike značajno se razlikovao kako za različite rokove sjetve kukuruza, tako i za različitu košnju. Kasniji rok košnje značajno je povećao količinu ST gornjeg dijela stabljike koja se povećavala s 244 za najraniji rok košnje, preko 234 za kukuruz košen s ½ vidljivosti mliječne linije zrna do 282 g/kg ST kod najkasnije košenog kukuruza.

Tablica 8. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **gornjeg dijela stabljike** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**272,3**	**41,1**	**36,97**	**12,27**	**288,6**	**621,0**	**652,4**	**333,6**	**65,7**
	1/2	**233,8**	**55,0**	**35,10**	**9,22**	**356,8**	**544,0**	**660,7**	**374,0**	**84,4**
	2/3	**312,2**	**38,8**	**34,95**	**11,10**	**305,0**	**610,0**	**614,4**	**316,7**	**51,9**
Kasna sjetva	*1/3*	**216,2**	**56,3**	**32,39**	**10,27**	**350,5**	**551,0**	**696,1**	**408,5**	**89,2**
	1/2	**239,4**	**54,7**	**31,60**	**9,90**	**315,0**	**589,0**	**635,6**	**349,5**	**55,9**
	2/3	**252,1**	**61,2**	**35,09**	**10,29**	**363,5**	**530,0**	**673,4**	**398,0**	**83,4**
prosjek		**254,3**	**51,2**	**34,35**	**10,51**	**330,0**	**574,0**	**655,4**	**363,4**	**71,8**
***LSD** (0,05)*		**106,35**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**38,28**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 8a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **gornji dio stabljike** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

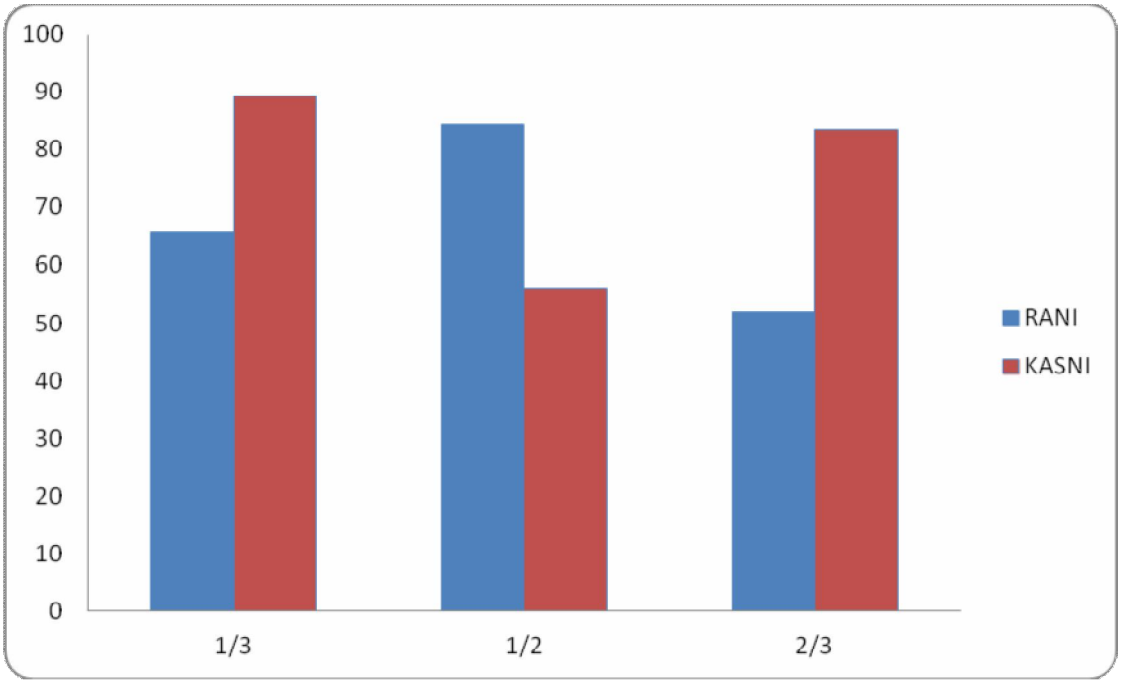
Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Košnja	***2***	**0,003**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
S x K	***2***	**0,01**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**0,015**
Greška	***8***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Osim same košnje ovakav trend povećanja sadržaja ST gornjeg dijela stabljike utvrđen je i u interakciji sjetve s košnjom kod čega imamo povećanje ST s 216 na 312 g/kg

ST. Navedena interakcija sjetve i košnje uzrokovala je i značajne razlike u količini sadržaja lignina gornjeg dijela stabljike koji se mijenjao od 56 do 89 g/kg ST kroz sve navedene interakcije.

Određeni trendovi promjena gornjeg dijela stabljike (Grafikon 7.) primjećujemo i kod ostalih komponenti kemijskog sastava, no nažalost utvrđene promjene nisu toliko logično objašnjive, te imamo jedino u slučaju sadržaja SB trend kako s odgađanjem košnje dolazi do opadanja sadržaja SB kod ranije košnje s 37 na 35 g/kg ST BP, dok kod kasnije sjetve u sadržaju SP dolazi čak i do porasta SB s 32 na 35 g/kg ST bjelančevina.

Grafikon 7. Utjecaj rokova sjetve na i lignina (g / 100% ST) **donjeg dijela stabljike** kukuruza košenog u različitim stadijima zrelosti zrna (prema mliječnoj liniji)



4.2.5. KEMIJSKI SASTAV LISTOVA

Promijene kemijskog sastava jednog od najvećih organa biljke kukuruza znatno su dinamičnije nego za ostale dijelove biljke. Ukupna količina listova s različitim rokom sjetve i košnje mijenjala se svoj sastav za gotovo sve komponente kemijskog sastava lista, osim za ukupna SV i lignin Zanimljivo je da se navedeni kemijski sastav mijenjao za sve unutar

stanične komponente biljke, dok očekivanih promjena u ukupnom sadržaju vlaknastog dijela lista (SV) nije bilo (Tablica 9, 9a).

Utjecaj različitih rokova sjetve nije statistički djelovao na kemijski sastav lista, te su sve promjene u kemijskom sastavu uzrokovane različitim rokom košnje, te interakcijom sjetve i košnje biljke kukuruza.

Sadržaj ST kompletnog lista biljke kukuruza povećavao se s odgađanjem košnje, te narastao s 283 na 355 g/kg ST. Od važnijih komponenti kemijskog sastava utvrđen je i statistički značajan pad sadržaja SB koje su se smanjile s 143 na 115 g/kg ST sirovih bjelančevina.

Tablica 9. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **lista** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		***Suha tvar***	***Pepeo***	***Sirove bjela.***	***Sirova mast***	***Sirova vlakna***	***NET***	***NDV***	***KDV***	***Lignin***
Rana sjetva	***1/3***	**311,4**	**95,2**	**138,8**	**24,88**	**245,7**	**495,5**	**647,7**	**295,5**	**43,5**
	1/2	**291,6**	**104,3**	**132,8**	**25,78**	**245,8**	**491,4**	**693,8**	**282,7**	**47,5**
	2/3	**358,9**	**112,4**	**113,7**	**24,26**	**247,0**	**502,7**	**616,4**	**281,3**	**51,7**
Kasna sjetva	***1/3***	**254,4**	**91,4**	**148,2**	**23,78**	**243,2**	**493,4**	**594,3**	**288,9**	**39,3**
	1/2	**317,7**	**107,8**	**129,5**	**26,11**	**246,4**	**490,2**	**601,3**	**283,3**	**42,7**
	2/3	**350,7**	**102,1**	**117,1**	**20,43**	**249,8**	**510,6**	**640,8**	**281,7**	**55,3**
prosjek		**314,1**	**102,2**	**130,0**	**24,21**	**246,3**	**497,3**	**632,4**	**285,6**	**46,7**
LSD (0,05)		**101,24**	-	-	-	-	-	**86,48**	-	-

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 9a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **lista** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***<0,001***	***0,004***	***0,003***	***0,03***	***NS***	***0,04***	***NS***	***0,03***	***NS***
S x K	***2***	***0,011***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,03***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Odgođena košnje osim smanjenje sadržaja SB utjecala je i na smanjenje ostalih komponenti kemijskog sastava, te se slično smanjio i sadržaj SM koji je opao s 24 na 22 g/kg ST sirovih masti.

Ukupna sirova vlakna, mada smo očekivali, nisu značajno promijenjena, obzirom na sjetvu i kasniju košnju, no komponenta vlakana KDV mijenjaju svoj sadržaj s razlikama u agrotehničkim postupcima s biljkom kukuruza. S odgađanjem košnje biljke kukuruza sadržaj frakcije vlakana KDV smanjuje se s 292 na 282 g/kg ST KDV-a.

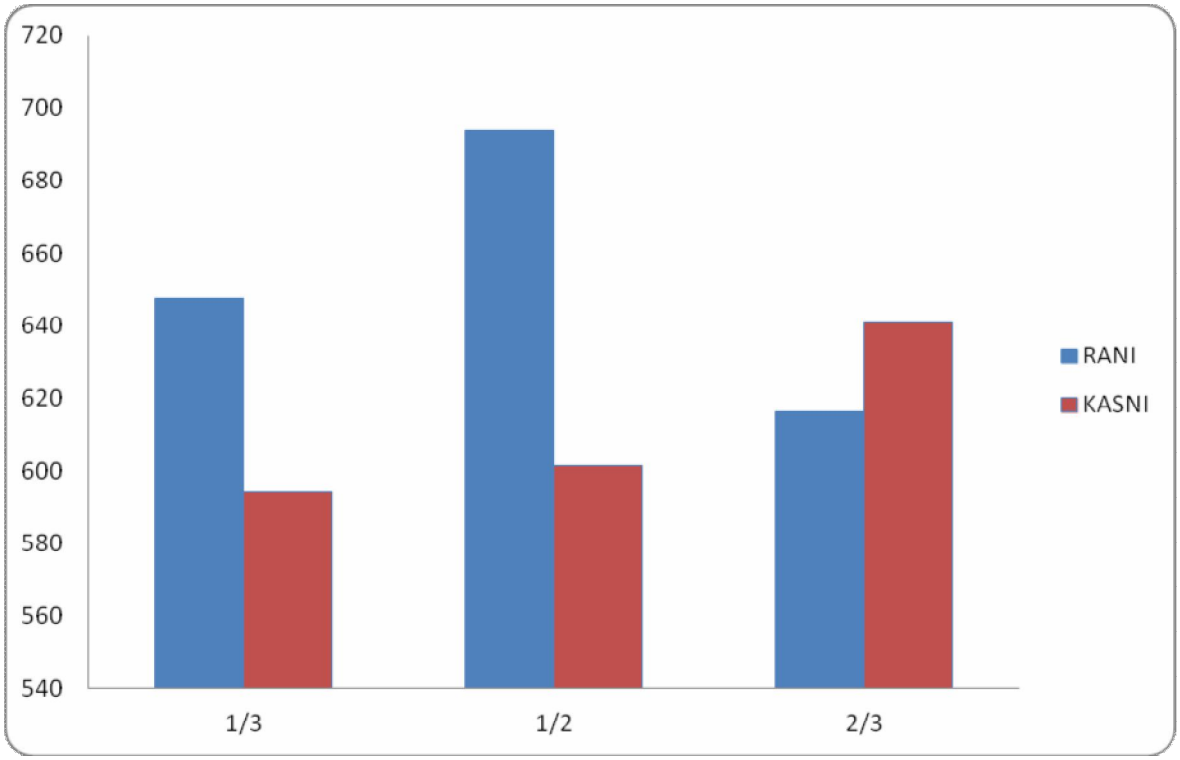
I ostale ugljikohidratne komponente sadržaja lista kukuruza mijenjaju svoje sadržaj, te sa starenjem biljke kukuruza imamo statistički značajno povećanje količine NET-a s 495 na 506 g/kg ST.

Uz utjecaj košnje na kemijski sastav listova kukuruza statistički značajne razlike sastava ukupnih listova uzrokovale su i interakcije navedenih faktora.

U interakciji sjetve s košnjom kukuruza sadržaj ST značajno je porastao, te imamo poraste sadržaja ST s 254 na 351 g/kg ST. Osim samog porasta ST i najvažnija komponenta vlakana u ukupnoj masi lista biljke kukuruza NDV značajno se razlikovao, te imamo porast NDV-a u kasnijem roku sjetve s 594 na 641 g/kg ST NDV-a.

Osim statističke značajnosti kod lista kukuruza dolazi i do trenda (Grafikon 8) povećanja sadržaja lignina koji se blago povećava s 39 na 55 g/kg ST u listu kukuruza sijanog u različitim rokovima.

Grafikon 8. Kemijski sastav (g / 100% ST) **lista** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



4.2.6. KEMIJSKI SASTAV LISTOVA DONJEG DIJELA STABLJIKE

Kao i kod stabljike i list smo razdvojili prema smještaju na biljci kukuruza, odnosno na donje i gornje, te utvrdili promijene s njima. Tako možemo ustanoviti sa je došlo do statistički značajnih promjena u sastavu donjih listova kako je biljka kukuruza sazrijevala (Tablica 10, 10a). Navedene promijene najviše su se odnosile na rokove košnje i interakciju s rokovima sjetve, dok sam rok sjetve nije utjecao na sastav donjih listova kukuruza, osim na sadržaj SM. Sadržaj masti u donjim listovima kukuruza smanjio se obzirom na kasniju sjetvu s 25 na 22 g/kg ST SM. Promijene kemijskog sastava dogodile su se u gotovo svim hranjivim tvarima, osim za sadržaj vlakana SV, NDV-a i KDV-a.

Značajne promjene u kemijskom sastavu donjih listova uvjetovane različitom košnjom utvrđene su za sadržaj ST koja se povećavala s 272 na 360 g/kg ST. Osim ukupne ST razlike u košnji uzrokovale su i porast količine pepela u donjim listovima i pepeo se povećao s 84 na 92 g/kg ST. Uz pepeo važnija komponenta kemijskog sastava donjih listova, koja je promijenila sadržaj s promjenama u roku košnje su SB. Sirove bjelančevine smanjile

su se u listovima donjeg dijela stabljike s odgađanjem košnje i to s 142 na 100 g/kg ST bjelančevina.

Tablica 10. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **donjih listova** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**318,7**	**85,49**	**140,9**	**27,43**	**263,4**	**482,8**	**598,8**	**301,3**	**69,8**
	1/2	**272,9**	**88,63**	**120,9**	**24,48**	**264,7**	**501,3**	**604,0**	**305,4**	**80,8**
	2/3	**389,3**	**92,80**	**92,5**	**24,45**	**259,7**	**530,5**	**624,7**	**319,5**	**92,0**
Kasna sjetva	*1/3*	**220,2**	**83,40**	**143,9**	**22,43**	**257,2**	**493,0**	**607,1**	**308,9**	**77,5**
	1/2	**306,7**	**94,12**	**111,1**	**23,19**	**263,9**	**507,7**	**613,0**	**310,6**	**69,6**
	2/3	**328,7**	**90,35**	**108,2**	**21,20**	**274,0**	**506,3**	**618,0**	**316,2**	**111,0**
prosjek		**306,1**	**89,13**	**119,6**	**23,86**	**263,8**	**503,6**	**610,9**	**310,3**	**83,4**
***LSD** (0,05)*		**144,08**	-	-	-	-	-	-	-	-

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 10a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **donjih listova** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

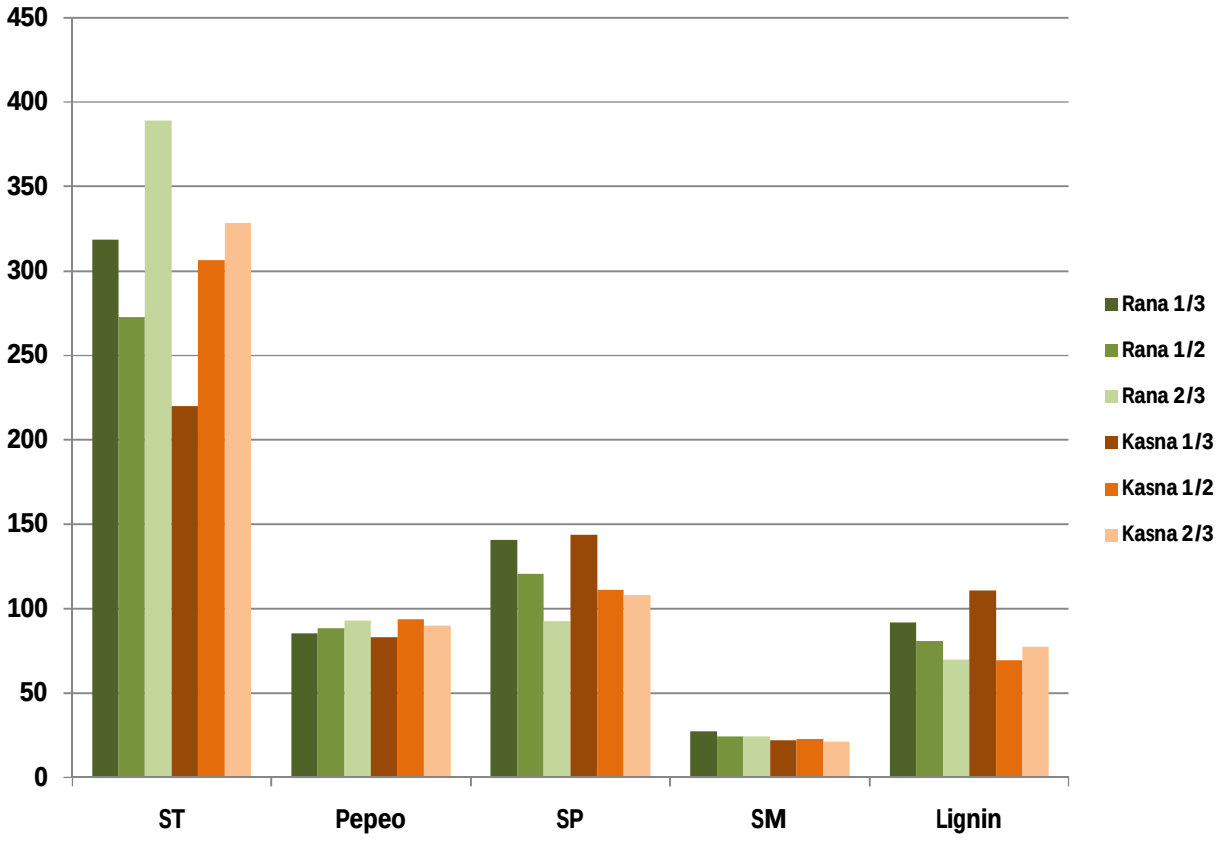
Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,01***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***0,004***	***0,009***	***<0,001***	***NS***	***NS***	***0,02***	***NS***	***NS***	***0,02***
S x K	***2***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Uz sirove bjelančevine pad sadržaja s odgađanjem košnje utvrđen je i kod lignina kod kojeg je pad bio s 105 na 74 g/kg ST lignina. Osim navedenih smanjenja u njihovim količinama s produljenjem roka košnje komponenta koja je povećala svoj sadržaj bili su nestrukturalni ugljikohidrati, odnosno, kemijski određeni kao NET. NET je s odgađanjem košnje povećao svoj sadržaj, te se povećavao s 488 na 505, do ukupnih 518 za najkasnije košeni kukuruz.

Osim utjecaja košnje i interakcije košnje s rokom sjetve utjecale su na promjene sastava donjih listova. Jedina komponenta sastava koja se promijenila bila je, očekivano, ST koja se s odgađanjem rokova sjetve i košnje povećavala s 220 na 390 g/kg ST.

Očekivani trend promjena vidimo i u Grafikonu 9. u kojem se primjećuju promijene u sastavu donjih listova gotovo za sve unutar stanične hranjive tvari, dok očekivanih promjena u sadržaju vlaknastih dijelova stanice, osim lignina, nije niti bilo.

Grafikon 9. Kemijski sastav (g / 100% ST) **donjih listova** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



4.2.7. KEMIJSKI SASTAV LISTOVA GORNJEG DIJELA STABLJIKE

Gornji listovi biljke kukuruza, kao i donji, mijenjaju se sa starenjem biljke, te se i kod njih očekivane promijene u svim frakcijama vlakana nisu dogodila (Tablica 11, 11a). Kao i kod donjih listova najviše se mijenja količina proteina i ostalih unutar staničnih komponenti.

Tablica 11. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **gornjih listova** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**299,5**	**101,5**	**150,2**	**19,9**	**266,1**	**462,3**	**582,9**	**261,5**	**51,99**
	1/2	**312,5**	**116,9**	**132,8**	**19,5**	**281,2**	**449,6**	**561,8**	**254,0**	**53,21**
	2/3	**333,7**	**125,2**	**111,5**	**25,8**	**274,2**	**463,4**	**553,3**	**257,7**	**55,29**
Kasna sjetva	*1/3*	**297,6**	**100,3**	**146,7**	**18,4**	**262,1**	**472,5**	**582,3**	**256,4**	**59,06**
	1/2	**331,1**	**122,3**	**131,2**	**22,4**	**277,0**	**447,1**	**561,0**	**253,2**	**52,66**
	2/3	**374,9**	**114,9**	**116,1**	**21,3**	**292,7**	**455,0**	**583,6**	**262,6**	**58,05**
prosjek		**324,9**	**113,5**	**131,4**	**21,2**	**275,5**	**458,3**	**570,9**	**257,6**	**55,04**
***LSD** (0,05)*		**29,53**	-	-	-	-	-	-	-	-

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 11a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **gornjih listova** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

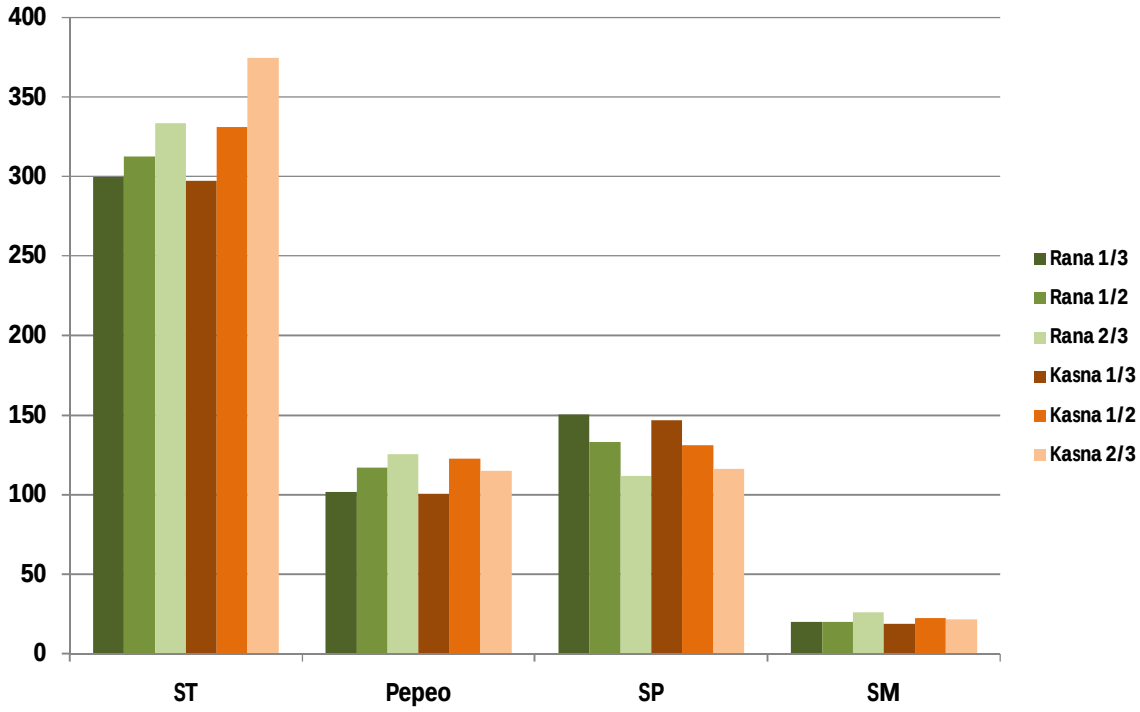
Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***<0,001***	***0,001***	***<0,001***	***0,04***	***NS***	***0,03***	***NS***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

U odnosu na listove donjeg dijela stabljike, kod listova gornjeg dijela nije utvrđena nikakva statistički značajna razlika obzirom na različite rokove sjetve biljke kukuruza.

Košnja kukuruza u različitim rokova i u slučaju gornjih listova uzrokovala je promjene u sadržaju ST, koja se povećala s 299 na 354 g/kg ST. Kasnija košnja, već prije spomenuto, uzrokovala je promijene gotovo svih unutar staničnih komponenti, te se sadržaj pepela povećao s 101 na 120 g/kg ST. Osim pepela s kasnijom košnjom povećao se i sadržaj SM, koje su porasle s 19 na 24 g/kg ST.

Uz ova povećanja komponenti kemijskog sastava, kod nekih je došlo i do njihovog smanjenje, tako da se s kasnijom košnjom statistički značajno smanjio sadržaj SB u gornjih listova s 148 na 114 g/kg ST. Uz SB s kasnijom košnjom smanjili su se i ukupni nestrukturalni ugljikohidrati (NET) koji je opao s 467 na 459 g/kg ST.

Grafikon 10. Kemijski sastav (g / 100% ST) **gornjih listova** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



Uz ove pojedinačne agrotehničke faktore koji mogu uzrokovati promjene u kemijskom sastavu listova donjeg dijela stabljike u interakciji sjetve i košnje jedino je došlo do promjena u sadržaju ST koja se promijenila s 298 na 375 g/kg ST gornjih listova kukuruza.

Radi bolje preglednosti navedenih podataka i u slučaju donjih listova neke od navedenih promijene prikazane su u Grafikonu 9.

4.2.8. KEMIJSKI SASTAV RUKAVACA

Naredni morfološki dio biljke kukuruza, čije su promijene u kemijsmom sastavu prikazane u Tablici 12, 12a, su rukavci. Slično kao i kod listova različit rok sjetve nije statistički značajno utjecao na promjene kemijskog sastava rukavaca.

Promjene u kemijskom sastavu rukavaca utvržene su za različite rokove košnje za sadržaj ST, te najvažnije najvažnije vlaknaste dijelove kod biljaka, ukupna SV i NDV. Osim vlakana i sadržaj NET-a mijenjao se obzirom na različite rokove košnje.

Tablica 12. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**226,9**	**62,61**	**35,42**	**9,72**	**269,9**	**622,3**	**607,1**	**340,8**	**33,9**
	1/2	**265,4**	**67,79**	**34,61**	**9,06**	**303,8**	**584,7**	**641,6**	**365,1**	**52,8**
	2/3	**352,5**	**63,70**	**35,77**	**10,64**	**306,5**	**583,4**	**677,6**	**382,4**	**74,0**
Kasna sjetva	*1/3*	**195,2**	**73,49**	**35,27**	**9,73**	**302,2**	**579,3**	**629,0**	**381,7**	**41,6**
	1/2	**292,8**	**67,86**	**37,28**	**11,37**	**300,1**	**583,4**	**661,5**	**364,9**	**33,9**
	2/3	**301,2**	**73,32**	**34,80**	**11,03**	**316,2**	**564,6**	**689,1**	**388,2**	**81,6**
prosjek		**272,4**	**68,13**	**35,52**	**10,26**	**299,8**	**586,3**	**651,0**	**370,5**	**53,0**
***LSD** (0,05)*		**-**	**17,50**	**-**	**-**	**-**	**29,33**	**-**	**-**	**-**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 12a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***
Košnja	***2***	***<0,001***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,02***	***0,007***	***<0,001***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,03***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***

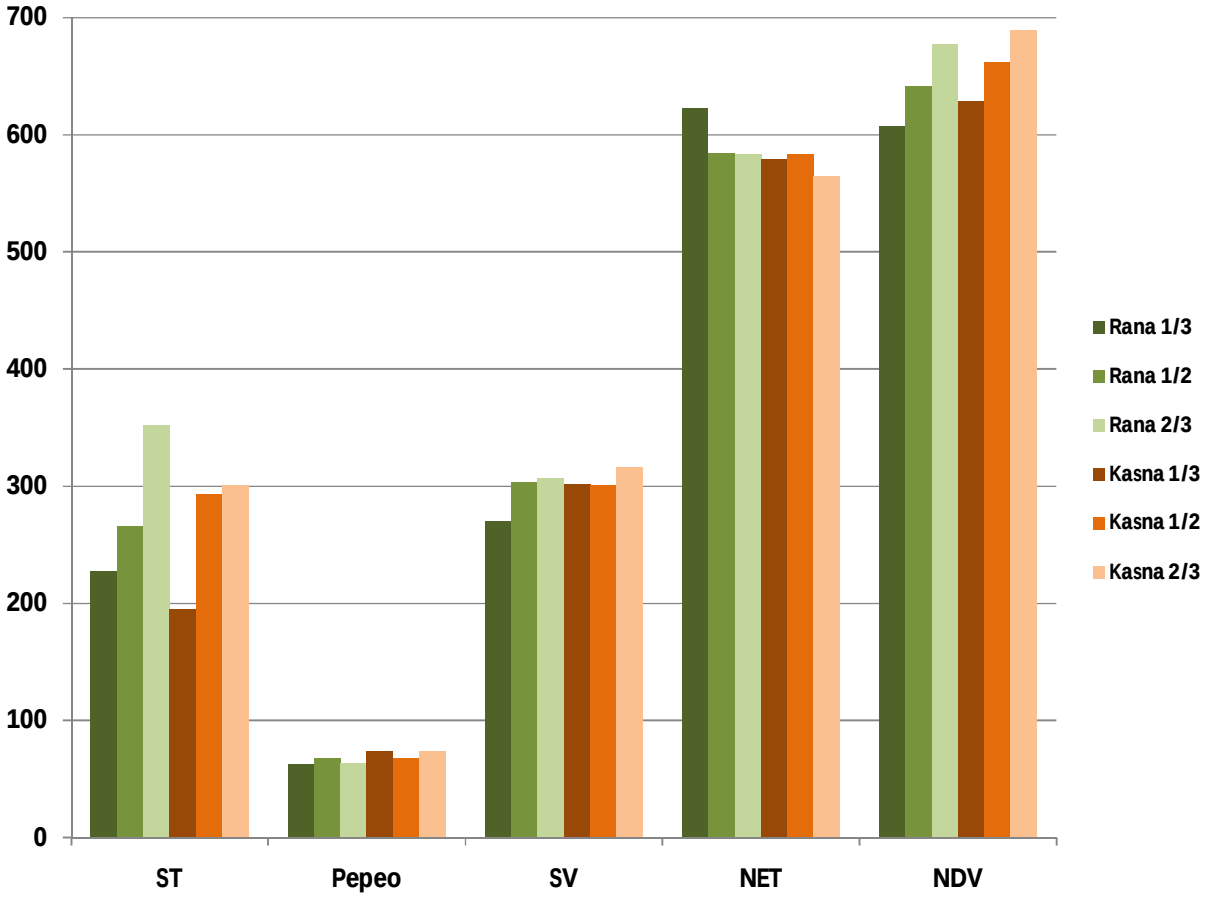
Suha tvar se kod rukavaca s odgađanjem košnje povećavala s 211 na 327 g/kg ST. I vlaknaste su strukture stanice rukavaca mijenjale svoj sadržaj s kasnijim košnjama, odnosno povećavale su se. Tako da su se ukupna ili SV povećala s kasnijom košnjom s 286 na 313

g/kg ST. Osim ukupnih vlakana i njihova frakcija NDV mijenjala je svoj sadržaj s kasnijom košnjom, te se povećala s 618 na 683 g/kg ST.

Uz ova statistički značajna povećanja, sadržaj nevlaknastih struktura stanice se smanjivao, tako da imamo pojavu smanjenja sadržaja NET-a s kasnijom košnjom i to s 601 na 574 g/kg ST NET-a

Kod rukavaca su utvrđene i statističik značajne promjene uzrokovane interakcijom roka sjetve i košnje i to za sadržaj pepela, te ponovno NET-a. Pepeo ukupne mase rukavaca biljke kukuruza povećavao se s 63 na 73 g/kg ST. Osim pepela i NET se mijenjao u interakciji roka sjetve i košnje te imamo smanjenje sadržaja NET-a s 622 na 565 g/kg ST (Grafikon 11).

Grafikon 11. Kemijski sastav (g / 100% ST) **rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



4.2.9. KEMIJSKI SASTAV RUKAVACA DONJIH LISTOVA

Sve promijene koje smo naveli za ukupnu masu rukavaca kukuruzne biljke nisu se događale i s rukavcima donjih listova, tako da kod njih imamo zabilježene promijene u ST, pepelu i ligninu (Tablica 13, 13a).

Kemijski sastav rukavaca donjih listova nije se statistički značajno mijenjao obzirom na različit rok sjetve, no utvrđene su razlike s različitim rokovima košnje biljke kukuruza. Ponovno dolazi do statistički vrlo značajnog povećanja sadržaja ST s odgađanom košnjom i to s 196 na 405 g/kg ST. Osim ST kasnija košnje uzrokovala je povećanja i sadržaja pepela koji se u ovom slučaju smanjio s 71 na 61 g/kg ST.

Uz ova dva fragmenta u kemijskom sastavu donjih rukavaca značajnija nam je promjena koja se dogodila u sadržaju lignina, te s kasnijom košnjom imamo statistički značajno smanjenje lignina s 76 na 66 g/kg ST. Ovo smanjenje sadržaja lignina nije bilo očekivano, te se može objasniti proceduralnom greškom u određivanju njegovog sadržaja.

Tablica 13. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **donjih rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**217,6**	**68,40**	**37,46**	**10,45**	**317,1**	**566,6**	**707,2**	**374,3**	**89,0**
	1/2	**277,1**	**62,35**	**36,43**	**10,68**	**347,8**	**542,8**	**724,1**	**402,2**	**31,9**
	2/3	**432,8**	**59,23**	**38,17**	**10,28**	**341,5**	**550,8**	**753,1**	**390,6**	**65,9**
Kasna sjetva	*1/3*	**173,3**	**73,62**	**36,62**	**10,69**	**342,0**	**537,1**	**731,6**	**405,5**	**63,8**
	1/2	**307,0**	**63,37**	**37,88**	**11,52**	**339,5**	**547,7**	**745,3**	**395,8**	**52,4**
	2/3	**376,2**	**62,52**	**36,95**	**12,60**	**343,8**	**544,2**	**744,6**	**396,9**	**59,9**
prosjek		**296,5**	**64,92**	**37,25**	**11,04**	**338,6**	**548,2**	**734,3**	**394,2**	**60,5**
***LSD** (0,05)*		-	-	-	-	-	-	-	-	**20,30**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

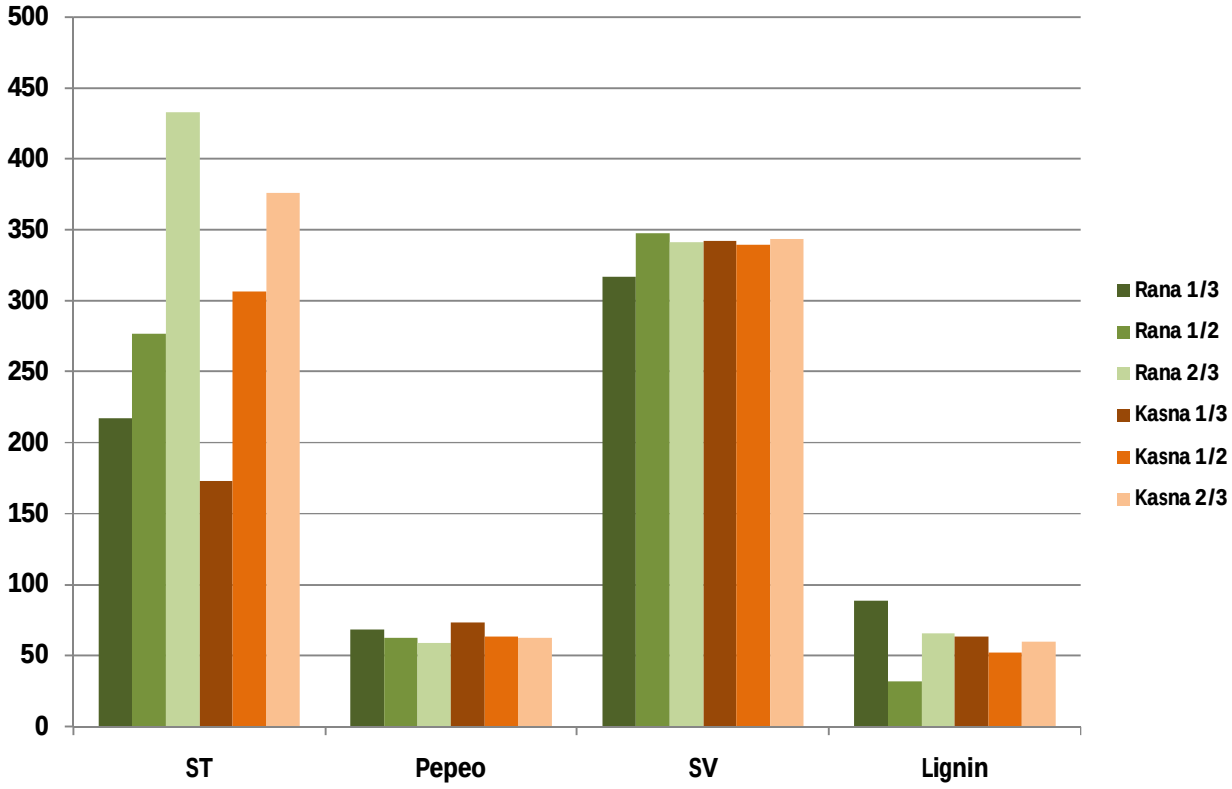
Tablica 13a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **donjih rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*
Košnja	***2***	***<0,001***	***0,002***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,006***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,05***
Greška	***8***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*

Osim utjecaja košnje na navedeni lignin, rukavaca donjih listova, promjene u njegovom sastavu uzrokovane su i interakcijom roka sjetve i košnje biljke kukuruza. Već prije objašnjeno očekivano povećanja lignina nije se pojavilo niti u slučaju interakcija agrotehničkih faktora, te dobivenu pojavu možemo jedino objasniti na prethodni način.

Ove promijene kod donjih rukavaca vidimo i u Grafikonu 12. Koji nam sve navedene trendove kod sadržaja lignina i ST još slikovitije prikazuje.

Grafikon 12. Kemijski sastav (g / 100% ST) **donjih rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



4.2.10. KEMIJSKI SASTAV RUKAVACA GORNJIH LISTOVA

Za razliku od donjih rukavaca, rukavci gornjih listova pokazuju značajne promijene u kemijskom sastavu za sve definirane agrotehničke faktore, te za njihove interakcije (Tablica 14, 14a).

Rukavci gornjih listova statistički su se značajno razlikovali, obzirom na različit rok sjetve, za sadržaj SM, SV i sadržaj NET-a. Tako se odgodom sjetve dolazi do povećanja sadržaja SM u gornjim rukavcima s 8,3 na 10,1 g/kg ST. Osim sadržaja masti dolazi i do povećanja sadržaja ukupnih vlakana s 283 na 297 g/kg ST s kasnijim rokovima sjetve. Uz ova povećanja navedenih komponenti odgoda roka sjetve kod gornjih rukavaca uzrokuje i smanjenje ukupnih lako probavljivih komponenti stanice, te dolazi do smanjenja sadržaja NET-a s 613 na 586 g/kg ST.

Tablica 14. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **gornjih rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**236,5**	**56,5**	**31,50**	**6,76**	**260,3**	**644,9**	**613,1**	**315,5**	**48,8**
	1/2	**259,0**	**72,5**	**32,32**	**8,45**	**289,6**	**597,1**	**628,1**	**319,2**	**80,2**
	2/3	**293,0**	**64,7**	**31,73**	**9,59**	**297,7**	**596,3**	**671,3**	**338,7**	**77,1**
Kasna sjetva	*1/3*	**217,7**	**69,9**	**33,78**	**8,65**	**282,9**	**604,7**	**607,2**	**322,1**	**88,0**
	1/2	**279,5**	**69,9**	**32,70**	**9,56**	**299,8**	**588,1**	**654,6**	**333,2**	**58,3**
	2/3	**240,4**	**82,7**	**33,04**	**12,15**	**308,4**	**563,7**	**664,9**	**352,4**	**65,3**
prosjek		**254,3**	**69,4**	**32,51**	**9,19**	**298,8**	**599,1**	**639,9**	**330,2**	**69,6**
***LSD** (0,05)*		**-**	**13,56**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

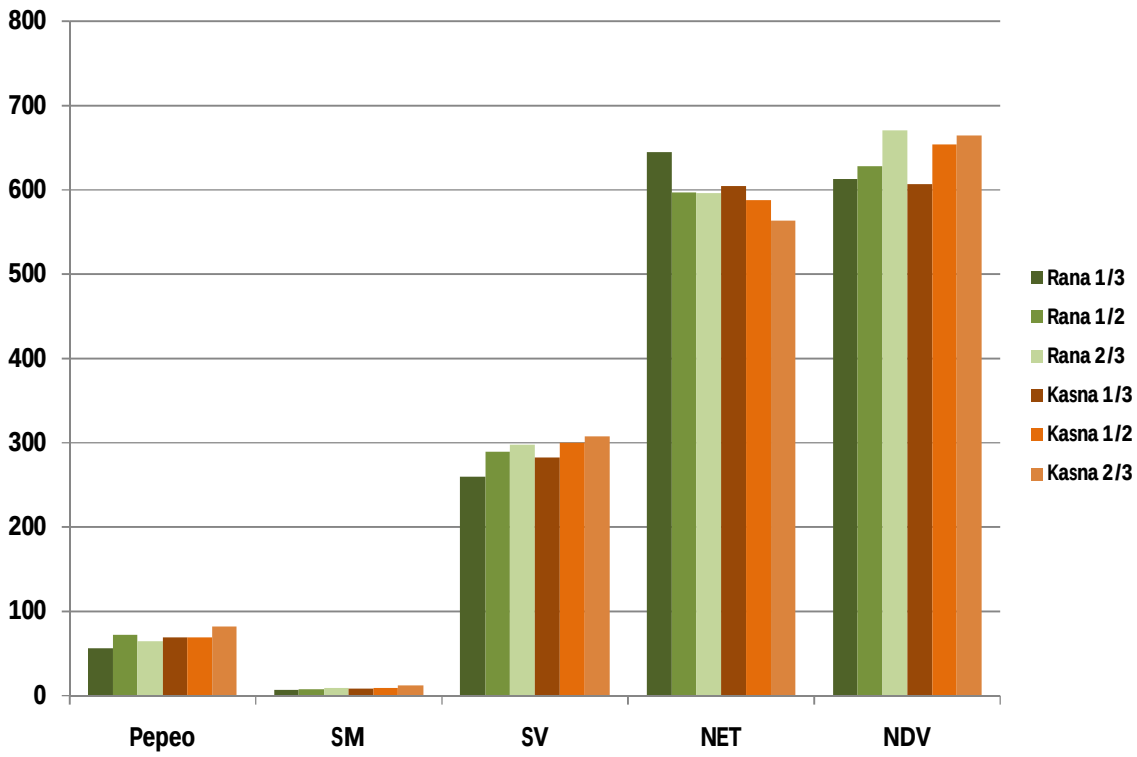
Tablica 14a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **gornjih rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,02***	***0,01***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***
Košnja	***2***	***NS***	***0,012***	***NS***	***0,01***	***0,008***	***0,003***	***0,003***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***0,013***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***	***-***

Uz navedene promjene kemijskog sastava gornjih rukavaca uzrokovanih rokom sjetve i rok košnje uzrokuje promjene određenih komponenti kemijskog sastava gornjih rukavaca.

S odgađanjem roka košnje statistički se značajno povećavaju gotovo sve komponente kemijskog sastava, kod kojih je utvrđena statistički značajna promjena. Tako da se s odgodom košnje biljke kukuruza u gornjih rukavaca povećava sadržaj pepela s 63 na 74 g/kg ST i sadržaj SM s 7,7 na 10 g/kg ST. Od vlaknastih komponenti biljne stanice gornjih rukavaca s odgodom košnje povećava se i sadržaj SV s 272 na 303 g/kg ST, te sadržaj NDV-a s 610 na 668 g/kg ST.

Grafikon 13. Kemijski sastav (g / 100% ST) **gornjih rukavaca** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



Jedina komponenta sadržaja kemijskog sastava kod koje dolazi do smanjenja su NET gornjih rukavaca čiji sadržaj opada s 625 na 580 g/kg ST.

Statistički značajne razlike u kemijskom sastavu gornjih rukavaca uzrokovane interakcijom roka sjetve i košnje utvrđene su za sadržaj pepela kod kojeg dolazi do njegovog povećanja sa 57 na 83 g/kg ST.

Na rukavcima gornjih listova navedeni trendovi vrlo su slikoviti u Grafikonu 13., kod kojeg se sa starenjem biljke vidi jasan trend smanjenja topljivih formi ugljikohidrata, te povećanje svih frakcija vlakana.

4.2.11. KEMIJSKI SASTAV KOMUŠINE

Komušina je bila sljedeći biljni organ čiji je kemijski sastav utvrđivan s obzirom na razlike u sjetvenom i roku košnje (Tablica 15, 15a).

Utjecaj roka sjetve na kemijski sastav komušine utvrđen je za sadržaj ugljikohidratnih komponenti i to za sadržaj NET-a i NDV-a. Rok sjetve biljke kukuruza uzrokovao je smanjenje sadržaja NET-a komušine s 599 na 578 g/kg ST. Osim ovog smanjenja unutar staničnih komponenti stanice komušine s odgodom roka sjetve dolazi do povećanja sadržaja vlaknaste komponente stanice NDV-a kod komušine kukuruza, te se NDV povećava s 747 na 767 g/kg ST.

Tablica 15. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **komušine** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**238,0**	**29,51**	**54,90**	**13,08**	**281,0**	**621,5**	**684,9**	**318,0**	**61,7**
	1/2	**308,0**	**36,47**	**45,80**	**10,34**	**320,3**	**587,1**	**768,6**	**370,4**	**24,6**
	2/3	**602,0**	**36,13**	**51,00**	**11,56**	**312,9**	**588,4**	**787,7**	**375,0**	**35,8**
Kasna sjetva	*1/3*	**243,0**	**33,76**	**47,80**	**10,48**	**319,5**	**588,5**	**745,2**	**372,0**	**40,6**
	1/2	**360,0**	**36,34**	**45,70**	**11,59**	**322,9**	**583,5**	**784,1**	**369,2**	**34,2**
	2/3	**476,0**	**41,03**	**51,90**	**12,08**	**327,4**	**567,6**	**772,7**	**385,8**	**38,2**
prosjek		**371,0**	**35,54**	**49,50**	**11,52**	**314,0**	**589,4**	**757,2**	**365,1**	**39,2**
***LSD** (0,05)*		-	-	-	**3,40**	-	-	**27,44**	-	-

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 15a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **komušine** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,03***	***0,01***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***<0,001***	***0,015***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,014***	***<0,001***	***0,02***	***0,02***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,05***	***NS***	***NS***	***0,02***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Uz utjecaj roka sjetve na promjene u kemijskom sastavu komušine i različiti rok košnje uzrokovao je statistički značajne promjene kemijskog sastava.

Odlaganje roka košnje uzrokuje statistički značajno povećanje sadržaja ST komušine s 241 na 539 g/ kg ST. Osim povećanja ukupne ST s odgodom košnje raste i količina pepela u komušine i to s 32 na 39 g/kg ST. Osim ovih povećanja kod zrelijeg kukuruza smanjuje se količina NET-a u komušine i ona opada s 605 na 578 g/kg ST.

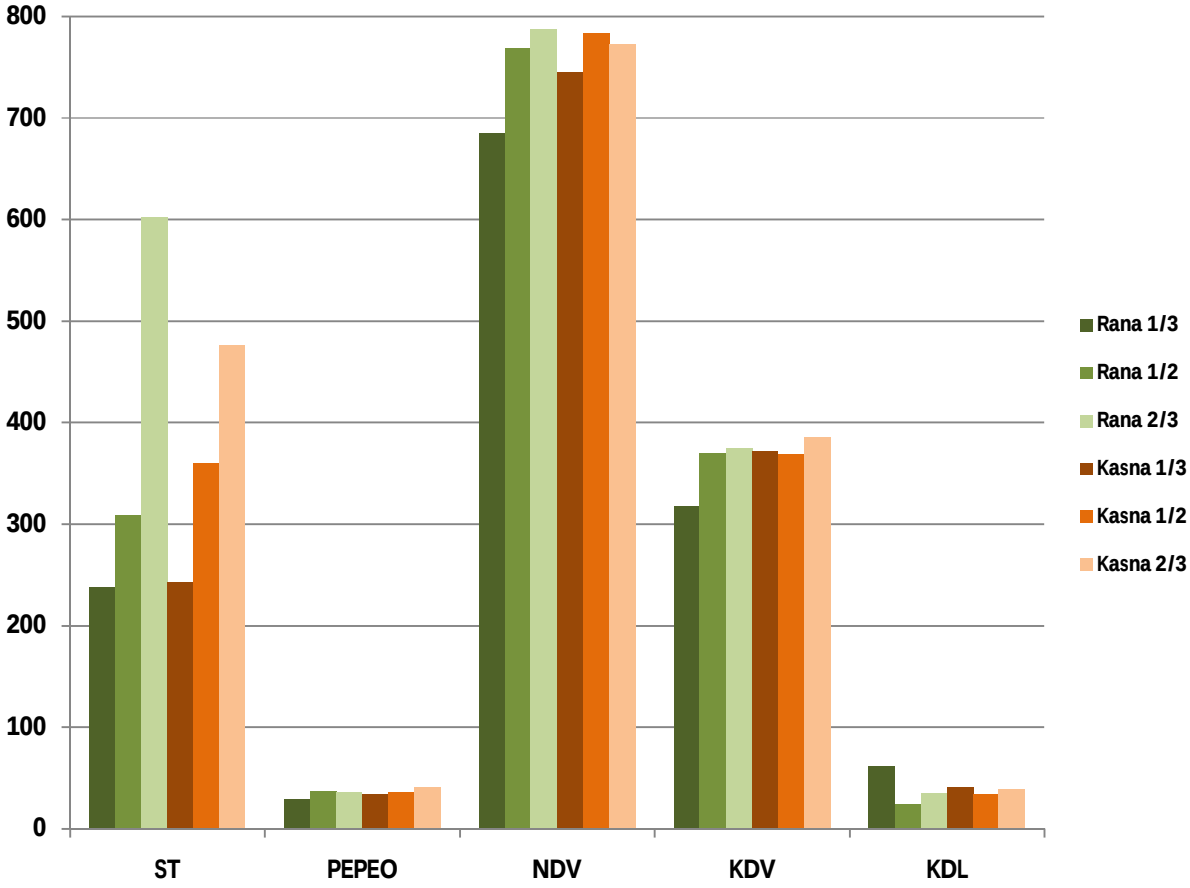
Osim ovih unutarstaničnih komponenti biljne stanice komušine, sa zrenjem biljke (odgađanjem košnje) dolazi i do statistički značajnih promjena i u frakcijama vlakana komušine. Odgoda roka košnje biljke kukuruza uzrokuje statistički značajno povećanje sadržaja NDV-a koji se povećava s 715 na 780 g/kg ST. Uz NDV odgoda košnje statistički značajno povećava u količinu, još jedne frakcije vlakana, KDV koji raste s 345 na 380 g/ kg ST. Osim ovih povećanje u vlaknastih struktura stanice s odgodom košnje imamo i smanjenje neprobavljive frakcije vlakana, lignina, koji se smanjuje s 51 na 37 g/kg ST.

Uz ove pojedinačne utjecaje na kemijski sastav komušine interakcija roka sjetve i košnje statistički je značajno utjecala na promjene u sadržaju SM i NDV-a komušine kukuruza.

S odgodom roka sjetve i košnje dolazi do rasta i sadržaja SM komušine s 10,5 na 12 g/kg ST u kasnijoj sjetvi, te do statistički značajnog rasta sadržaja NDV-a s 685 na 788, također u interakcij roka sjetve i košnje biljke kukuruza.

Sve razlike u sastavu komušine vide se i u Grafikonu 14. u kojem su ove značajne razlike grafički prikazane.

Grafikon 14. Kemijski sastav (g / 100% ST) **komušine** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



4.2.12. KEMIJSKI SASTAV OKLASKA

Osim komušine organ koji je u znanstvenim istraživanjima najmanje ispitivan predstavlja oklasak kukuruza. Oklasak predstavlja dio biljke kukuruza na kojem se nalazi zrno, te je pretežno izgrađen od vlaknastih struktura. U odnosu na ostale dijelove biljke kukuruza kod oklaska je utvrđeno najviše statistički značajnih razlika u kemijskom sastavu obzirom na različit rok sjetve biljke kukuruza (Tablica 16, 16a).

Tablica 16. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **oklaska** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana sjetva	*1/3*	**364,0**	**19,2**	**42,09**	**10,57**	**277,1**	**651,0**	**685,7**	**352,7**	**65,2**
	1/2	**384,0**	**20,9**	**36,75**	**6,65**	**312,1**	**624,0**	**739,3**	**407,0**	**79,8**
	2/3	**451,0**	**21,9**	**39,88**	**6,97**	**319,5**	**612,0**	**784,2**	**403,3**	**80,7**
Kasna sjetva	*1/3*	**350,0**	**22,7**	**36,33**	**7,32**	**291,6**	**739,0**	**712,0**	**367,5**	**59,9**
	1/2	**398,0**	**22,3**	**40,37**	**6,88**	**304,0**	**626,0**	**757,8**	**387,8**	**66,4**
	2/3	**369,0**	**27,5**	**36,33**	**7,65**	**308,9**	**620,0**	**768,1**	**396,2**	**82,9**
prosjek		**386,0**	**22,4**	**38,63**	**7,67**	**302,2**	**645,0**	**740,8**	**385,7**	**72,5**
***LSD** (0,05)*		-	-	-	-	-	-	-	-	-

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 16a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **oklaska** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

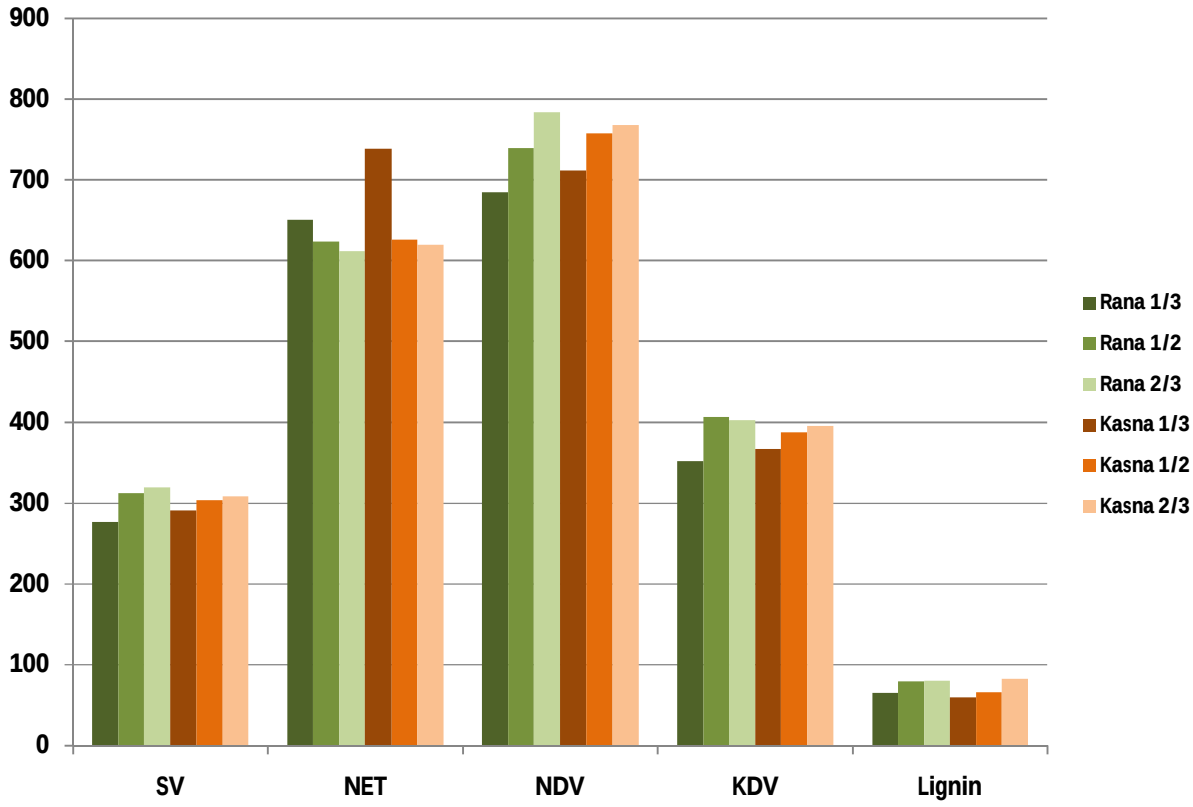
Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***<0,001***	***NS***	***NS***	***<0,001***	***0,03***	***0,002***	***NS***	***NS***	***0,004***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***<0,001***	***NS***	***NS***	***0,005***	***NS***	***0,04***	***NS***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rok sjetve značajno je utjecao na sadržaj ST oklaska koji se čak smanjio s 400 na 372 g/kg ST. Uz sadržaj ST odgodom roka sjetve statistički se značajno smanjuje i sadržaj SM s 81 na 73 g/kg ST, dok jedina unutar stanična komponenta oklaska čiji se sadržaj s odgodom sjetve povećava je NET i on se povećava s 629 na 662 g/kg ST oklaska.

Statistički značajne promjene s različitim rokom sjetve utvrđene su i kod vlaknastih struktura oklaska, tako da kasnijom sjetvom opada količina ukupnih vlakana s 303 na 302 g/kg ST, te također opada i količina lignina s 75 na 68 g/kg ST.

Osim ovog, statistički značajnog, utjecaja različitih rokova sjetne na kemijski sastav oklaska i različiti rokovi košnje, biljke kukuruza, uzrokovali su statistički značajne razlike kemijskog sastava.

Grafikon 15. Kemijski sastav (g / 100% ST) **oklaska** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



Uobičajeno, s odgodom roka košnje dolazi do povećanja sadržaja ST oklaska i on se povećava s 357 na 410 g/kg ST. Uz ovo, statistički značajno, povećanje odgoda roka košnje uzrokuje smanjenje drugih komponenti kemijskog sastava biljne stanice oklaska, tako da se smanjuje količina NET- s 629 na 616 g/kg ST, te količina SM s 8,9 na 7,3.

Statistički značajnih razlika u kemijskom sastavu kod oklaska obzirom na interakcije različitog roka sjetve i košnje nisu zabilježene.

Promijene u sastavu oklaska grafički su prikazane u Grafikonu 15. U ovom grafikonu osim trenda promjena koji vidimo za navedene frakcije vlakna, možemo utvrditi da je s

agrotehničkim promjenama u postupcima s kukuruzom u oklaska došlo i do promjena u sadržaju NDV-a, koji se s odgađanjem košnje povećavao s 699 preko 748 do 776 g/kg ST.

4.2.13. KEMIJSKI SASTAV DRŠKE KLIPA

Uz oklasak organ biljke kukuruza sličnog kemijskog sastava je drška klipa. (Tablica 17, 17a). Različit rok sjetve kukuruza uzrokovao je statistički značajne razlike u sadržaju NDV-a drške klipa, odnosno došlo je do povećanja njegovog sadržaja s 473 na 515 g/kg ST.

Tablica 17. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **drške klipa** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		***Suha tvar***	***Pepeo***	***Sirove bjela.***	***Sirova mast***	***Sirova vlakna***	***NET***	***NDV***	***KDV***	***Lignin***
Rana sjetva	***1/3***	**170,3**	**28,0**	**42,8**	**9,91**	**277,1**	**919,3**	**465,79**	**352,7**	**65,2**
	1/2	**181,5**	**45,8**	**40,6**	**8,90**	**312,1**	**904,7**	**473,11**	**407,0**	**79,8**
	2/3	**203,7**	**32,9**	**49,5**	**10,58**	**319,5**	**906,9**	**480,49**	**403,3**	**80,7**
Kasna sjetva	***1/3***	**155,9**	**44,3**	**39,0**	**8,54**	**291,6**	**908,2**	**516,91**	**367,5**	**59,9**
	1/2	**174,7**	**40,4**	**48,6**	**9,78**	**304,0**	**901,3**	**514,69**	**387,8**	**66,4**
	2/3	**169,1**	**44,3**	**46,3**	**9,32**	**308,9**	**900,1**	**512,41**	**396,2**	**82,9**
prosjek		**386,0**	**175,9**	**39,3**	**9,50**	**302,2**	**906,8**	**493,90**	**385,7**	**72,5**
LSD (0,05)		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**6,59**	**-**	**-**

1/3, ½, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; SB – sirove bjelančevine; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna;

Tablica 17a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **drške klipa** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

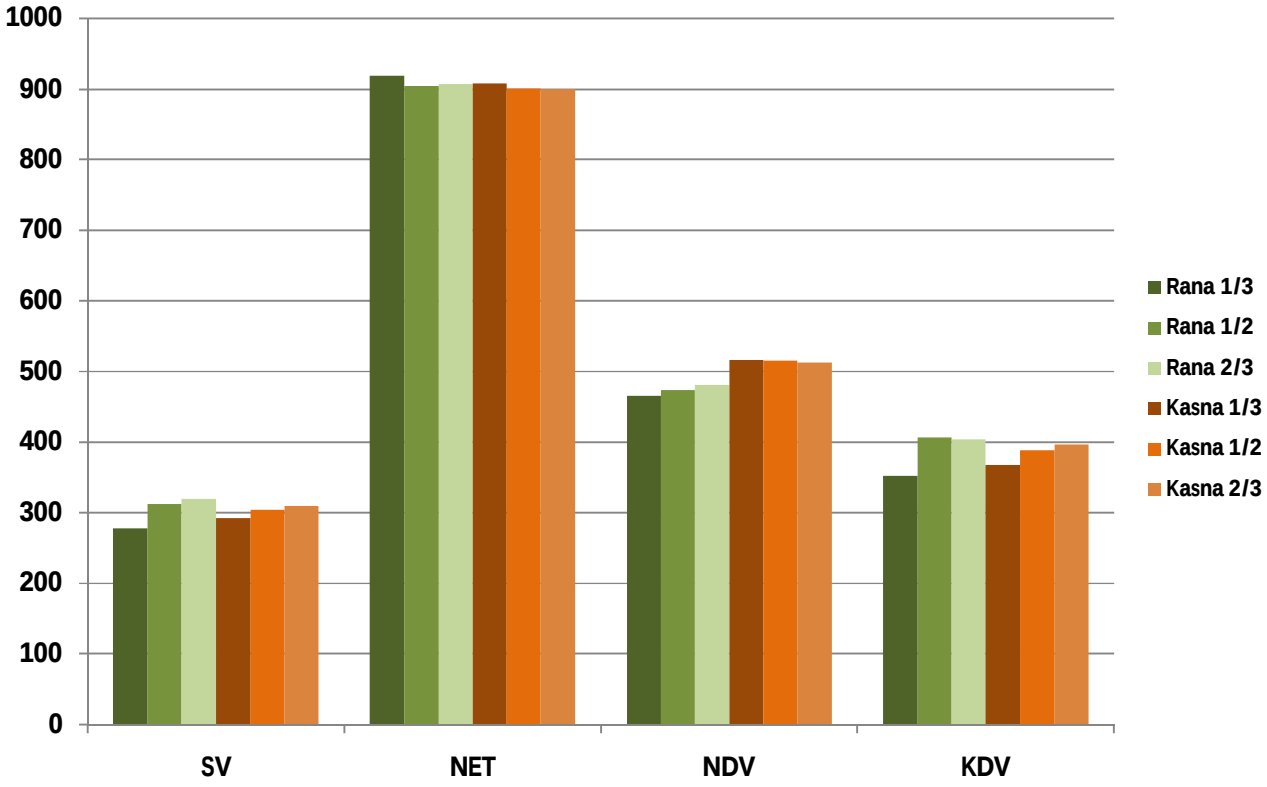
Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,002***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Košnja	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,01***	***0,01***	***0,02***	***<0,001***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,003***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Osim utjecaja roka sjetve na promjene kemijskog sastava drške klipa, značajan je utjecaj i roka košnje, odnosno starosti ili dozrelosti biljke u trenutku skidanja s polja. Tako da postoji statistički značajan utjecaj roka košnje na sadržaj SV drške klipa i ona su se s košnjom povećala s 284 na 314 g/kg ST. Osim SV povećanje vlaknastih struktura utvrđeno je i za NDV, te KDV. Tako sa zrenjem i kasnijom košnjom kukuruza sadržaj NDV-a raste s 491 na 496 g/kg ST, te se statistički značajno povećava i sadržaj KDV-a s 360 na 400 g/kg ST (Grafikon 16).

Osim ovog porasta pojedinih komponenti kemijskog sastava, s kasnijom košnjom dolazi i do manjeg smanjenja NET-a drške kukuruza koja se statistički značajno smanjuje s 914 na 904, no ove vrijednosti NET-a treba promatrati s određenom dozom opreza, budući da metodološki NET ne predstavlja topljivi dio ugljikohidrata stanice, već i sve ukupne greške koje se u analizi kemijskog sastava mogu pojaviti.

Uz navedene utjecaje rokova sjetve i košnje kod drške kukuruza imamo i statistički značajnu promjenu uzrokovanu interakcijom roka sjetve i košnje, a koja se odnosi na sadržaj, ponovno, NDV-a koji se u navedenim interakcijama sjetve i košnje povećava s 466 na 480 g/kg u ranijoj sjetvi, dok se pri kasnijoj sjetvi smanjuje s 517 na 512 g/kg ST.

Grafikon 16. Kemijski sastav (g / 100% ST) **drške klipa** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



4.2.14. KEMIJSKI SASTAV ZRNA KUKURUZA

Zrno uz ukupni vegetativni, zeleni dio biljke kukuruza predstavlja organ koji je najviše zastupljen u ukupnoj masi biljke kukuruza (>50%). Stoga je i sam sadržaj hranjivih tvari u zrnu kukuruza iznimno važan, te znatnim dijelom utječe na hranjivost čitave biljke kukuruza. Kemijski sastav zrna kukuruza prikazan je u Tablici 18. Statistički značajne razlike u hranjivosti zrna javljaju se u svim kombinacijama agrotehnike (Tablica 18a), te jedino nema statistički značajnih razlika za sadržaj pepela, škroba, NDV-a i lignina.

Rok sjetve statistički značajno utječe na razlike u proteinskoj vrijednosti zrna kukuruza, te s odgodom roka sjetve sadržaj SP zrna kukuruza smanjuje s 104 na 92 g/kg ST.

Tablica 18. Kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **zrna** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

Sastav/ agrotehnika		*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*Škrob*	*NET*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Rana	*1/3*	**510,9**	**15,7**	**110,4**	**48,95**	**17,89**	**682,9**	**807,0**	**80,0**	**27,5**	**3,05**
	1/2	**614,4**	**11,5**	**96,4**	**40,14**	**16,80**	**723,3**	**835,1**	**82,0**	**24,6**	**2,76**
	2/3	**695,8**	**50,5**	**104,6**	**35,79**	**15,70**	**732,8**	**793,4**	**83,5**	**25,2**	**3,13**
Kasna	*1/3*	**549,0**	**12,7**	**93,8**	**41,27**	**18,14**	**715,1**	**834,1**	**82,0**	**28,4**	**3,33**
	1/2	**650,5**	**4,31**	**92,8**	**36,02**	**17,69**	**740,0**	**810,5**	**84,0**	**25,9**	**3,42**
	2/3	**636,7**	**1,14**	**90,6**	**40,37**	**16,68**	**722,9**	**841,0**	**87,3**	**27,3**	**2,97**
prosjek		**609,6**	**2,41**	**98,1**	**40,42**	**17,15**	**719,5**	**820,2**	**83,2**	**26,5**	**3,11**
***LSD** (0,05)*		**79,87**	**-**	**-**	**6,14**	**-**	**19,85**	**-**	**-**	**-**	**-**

1/3, 1/2, 2/3 – vidljivi dio mliječne linije; NDV – neutralna detergent vlakna; KDV – kisela detergent vlakna; NET – nedušićne ekstraktivne tvari

Tablica 18a. Kombinirana analiza varijance za kemijski sastav (g/kg, 100% ST) **zrna** kukuruza različitog roka sjetve i košnje

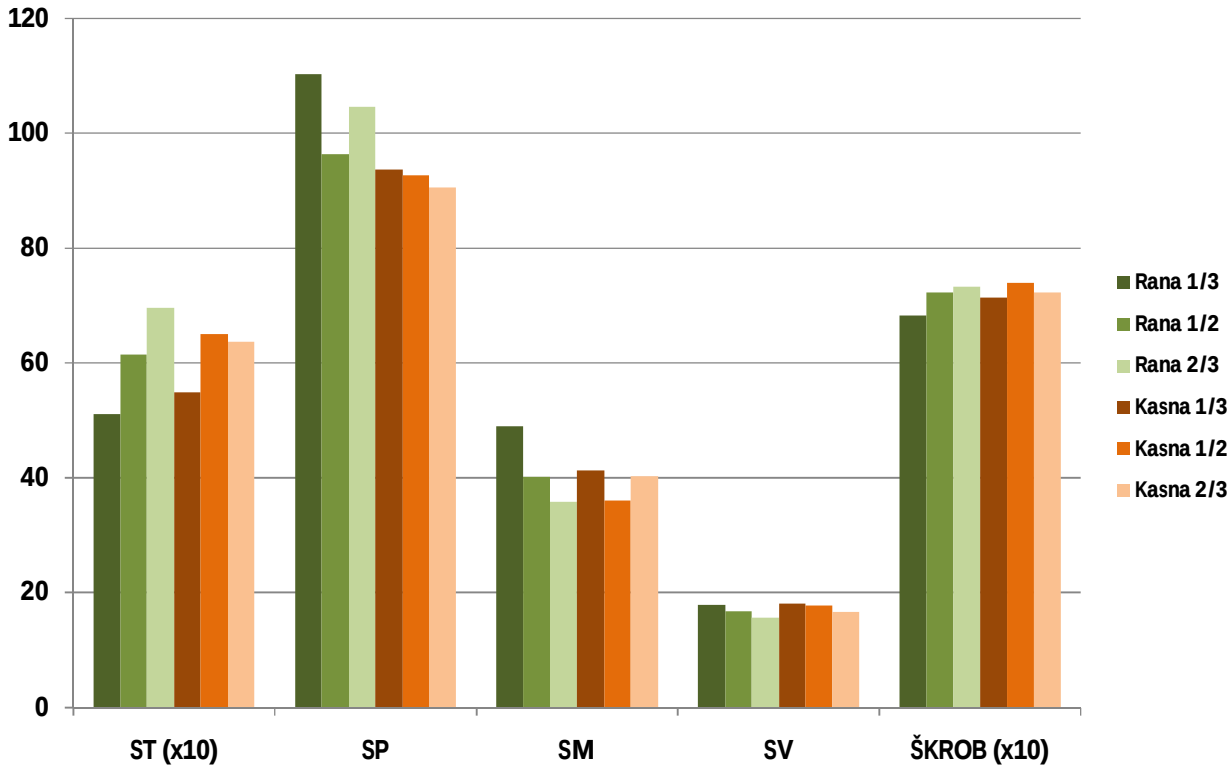
Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Suha tvar*	*Pepeo*	*Sirove bjela.*	*Sirova mast*	*Sirova vlakna*	*NET*	*Škrob*	*NDV*	*KDV*	*Lignin*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***0,02***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*
Košnja	***2***	*<0,001*	***NS***	***NS***	*<0,001*	***0,03***	***0,002***	***NS***	***NS***	***0,004***	***NS***
S x K	***2***	*<0,001*	***NS***	***NS***	***0,005***	***NS***	***0,04***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*

Osim utjecaja roka sjetve na promjene u kemijskom sastavu zrna kukuruza vrlo je velik utjecaj različitih rokova košnje kukuruzne biljke. Tako da s odgodom roka košnje sadržaj ST zrna kukuruza značajno raste s 607 na 612 g/kg ST zrna kukuruza. Uz ovaj porast

u sadržaju ST zrna kukuruza odgoda roka košnje kukuruza za silažu utjecala je na statistički značajan pad ostalih komponenti kemijskog sastava zrna.

Znači, s odgodom roka košnje biljke kukuruza statistički značajno opada sadržaj SM zrna kukuruza s 45 na 38 g/kg ST. Opada i sadržaj ukupnih SV s 18 na 16 g/kg ST, te sadržaj NET-a s 821 na 817 g/kg ST, te frakcije vlakana KDV a 28 na 26 g/kg ST zrna kukuruza za silažu.

Grafikon 10. Kemijski sastav (g / 100% ST) **zrna** kukuruza različitog roka sjetve i košnje



Kemijski sastav zrna kukuruza za silažu statistički značajno se mijenjao i s interakcijama faktora roka sjetve i košnje biljke kukuruza. Statistički značajne razlike u navedenoj interakciji imamo za sadržaj ST koja se povećavala s 511 na 696 g/kg ST. Uz značajne razlike u ST interakcija sjetve i košnje utjecala je i na promjene u sadržaju SM koja se smanjivala s 49 na 36 g/kg ST, te na sadržaj NET-a koji je s promjenama rokova sjetve i košnje, te njihovih interakcija mijenjao.

S promjenama u roku sjetve, košnje kukuruza u zrnu kukuruza imamo osim statistički značajnih razlika i promjene koje nisu statistički značajne, no pokazuju određeni trend promijene za pojedinu osobinu (Grafikon 10).

4.3. PROBAVLJIVOST DIJELOVA I CIJELE BILJKE KUKURUZA ZA SILAŽU

Osim kemijskog sastava biljke kukuruza jedan od značajnijih parametara pri određivanju ukupne hranjivosti silažnog kukuruza i izračunavanju njegove energetske vrijednosti, te potencijala u proizvodnji mlijeka utvrđivana je i razgradljivost biljke, te svih prethodno analiziranih biljnih dijelova (Tablica 19, 19a).

Tablica 19. Razgradljivost (%) **dijelova i cijele biljke kukuruza** različitog roka sjetve i košnje

Agrotehnika / dio biljke	**Rana**			**Kasna**			**prosjek**
	1/3	**1/2**	**2/3**	**1/3**	**1/2**	**2/3**	
stabljika	65,65	56,40	69,59	51,68	65,54	55,55	60,74
stabljika-donja	66,42	57,61	74,89	53,82	64,01	60,64	62,90
stabljika-gor.	72,85	58,60	62,73	64,30	84,12	63,18	67,73
listovi	60,01	60,71	60,51	59,31	61,16	58,24	59,99
listovi donji	67,33	66,09	64,48	65,08	63,10	70,25	66,06
listovi gornji	66,64	65,60	66,55	68,00	66,94	63,75	66,25
rukavci	70,56	65,80	62,68	73,65	66,79	62,95	67,07
rukavci donji	70,94	60,44	53,20	65,00	57,85	57,13	60,76
rukavci gornji	75,19	68,59	57,25	73,32	67,96	73,40	69,28
komušina	74,65	66,43	61,91	66,01	62,24	62,21	65,57
oklasak	75,01	58,94	52,22	63,85	55,59	50,37	59,33
drška klipa	91,41	89,82	81,04	79,66	81,48	81,57	84,16
zrno	80,62	84,79	87,57	89,08	83,39	89,85	85,88
cijela biljka	71,89	76,91	75,45	75,60	77,62	79,68	76,19

Tablica 19a. Kombinirana analiza varijance za razgradljivost (%) **dijelova i cijele biljke kukuruza** različitog roka sjetve i košnje

Izvor varijabilnosti	*n-1*	*Stabljika*	*Stabljika -donja*	*Stabljika -gornja*	*Listovi*	*Listovi-donji*	*Listovi-gornji*	*Rukavci*	*Rukavci-donji*	*Rukavci-gornji*	*Komušina*	*Oklasak*	*Drška*	*Zrno*	*Cijela biljka*
Sjetva	***1***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***NS***
Košnja	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***0,005***	***0,01***	***NS***	***0,01***	***0,01***	***NS***	***NS***	***NS***
S x K	***2***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Nakon izvršenih analiza razgradljivosti i statističke obrade dobivenih podataka dobiveni su podaci nešto nepotpuniji nego što smo mogli očekivati temeljem analizirane literature. Statistički značajne razlike uvjetovane različitim rokom sjetve u istraživanih uzoraka dijelova i cijele biljke kukuruza za silažu nisu utvrđeni. Također nismo utvrdili niti značajne razlike u IVPST u interakciji rokova sjetve s rokovima košnje.

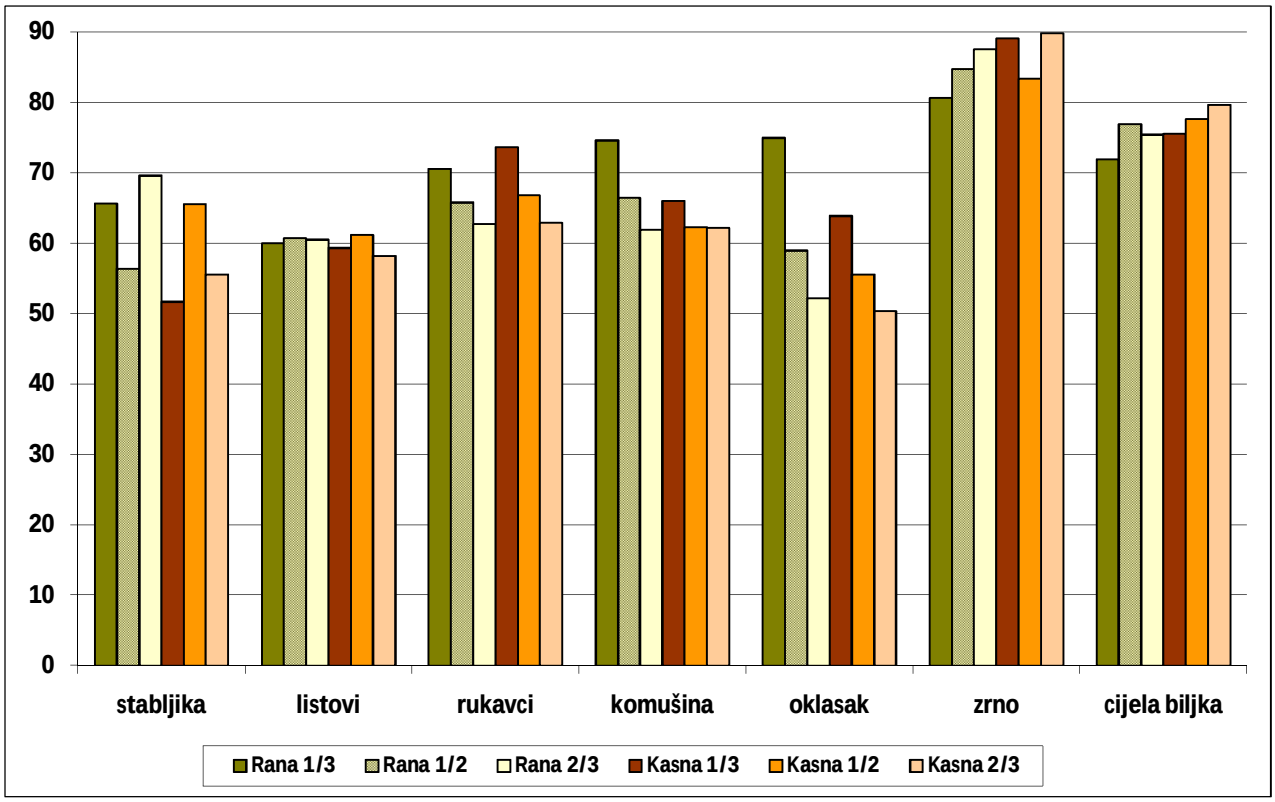
Statistički značajne razlike u IVPST utvrđene su kod različitih rokova košnje i to samo za dio dijelova biljke kukuruza, odnosno, za rukavce i rukavce donjih listova, komušinu i oklasak.

Odgoda roka košnje biljke kukuruza statistički je značajno utjecala na razgradljivost ukupne mase rukavaca, te se s kasnijom košnjom smanjila s 72 na 63 %. Osim ukupne mase rukavaca kasnijom košnjom biljke kukuruza smanjena je i IVPST rukavaca donjih listova, te se i ona sa starenjem biljke kukuruza smanjivala s 68, preko 59, pa sve do 55% IVPST u najkasnije košenog kukuruza. Uz rukavce odgoda košnje i zrenje biljke kukuruza IVPST također je statistički značajno utjecala i na njeno smanjenje kod komušine, te oklaska. Tako da se pri kasnijoj košnji IVPST komušine značajno smanjuje s 70 na 62%, odnosno smanjuje se i IVPST oklaska kod kojeg razgradljivost opada sa 69 na 51 %.

Suprotno očekivanjima da će veći broj biljnih organa pokazati stanovite promijene s različitom zrelosti biljke kukuruza, navedene promjene nisu statistički značajne.

Trendovi smanjenje, odnosno porasta razgradljivosti cijele biljke, te dijelova prikazani su i u Grafikonu 12.

Grafikon 12. Razgradljivost (%) **dijelova i cijele biljke kukuruza** različitog roka sjetve i košnje



4.4. PROIZVODNI POTENCIJAL BILJKE KUKURUZA ZA SILAŽU

Potencijalna proizvodnja mlijeka iz biljke kukuruza za silažu prikazana je u Tablici 20. Potencijalna proizvodnja mlijeka određena je po toni ST silažne mase, te po potencijalnoj proizvodnji dobivenoj po hektaru. Dobiveni rezultati nešto su niži od literaturnih, no ovakve niske vrijednosti potencijalne proizvodnje mogu se pripisati lošim meteorološkim uvjetima rasta kukuruza, odnosno, suši.

Potencijal proizvodnje mlijeka po t silažne mase nije se statistički značajno razlikovao prema različitom roku sjetve, no različita starost, odnosno, stupanj zrelosti biljke kukuruza u različito vrijeme košnje bio je parametar po kojem su se silažne mase relativno razlikovale. Tako da imamo numeričke razlike koje prikazuju da se s starenjem biljke kukuruza potencijalna proizvodnja mlijeka/t kukuruza smanjuje s 1188 na 1127 kg mlijeka/t silaže kukuruza.

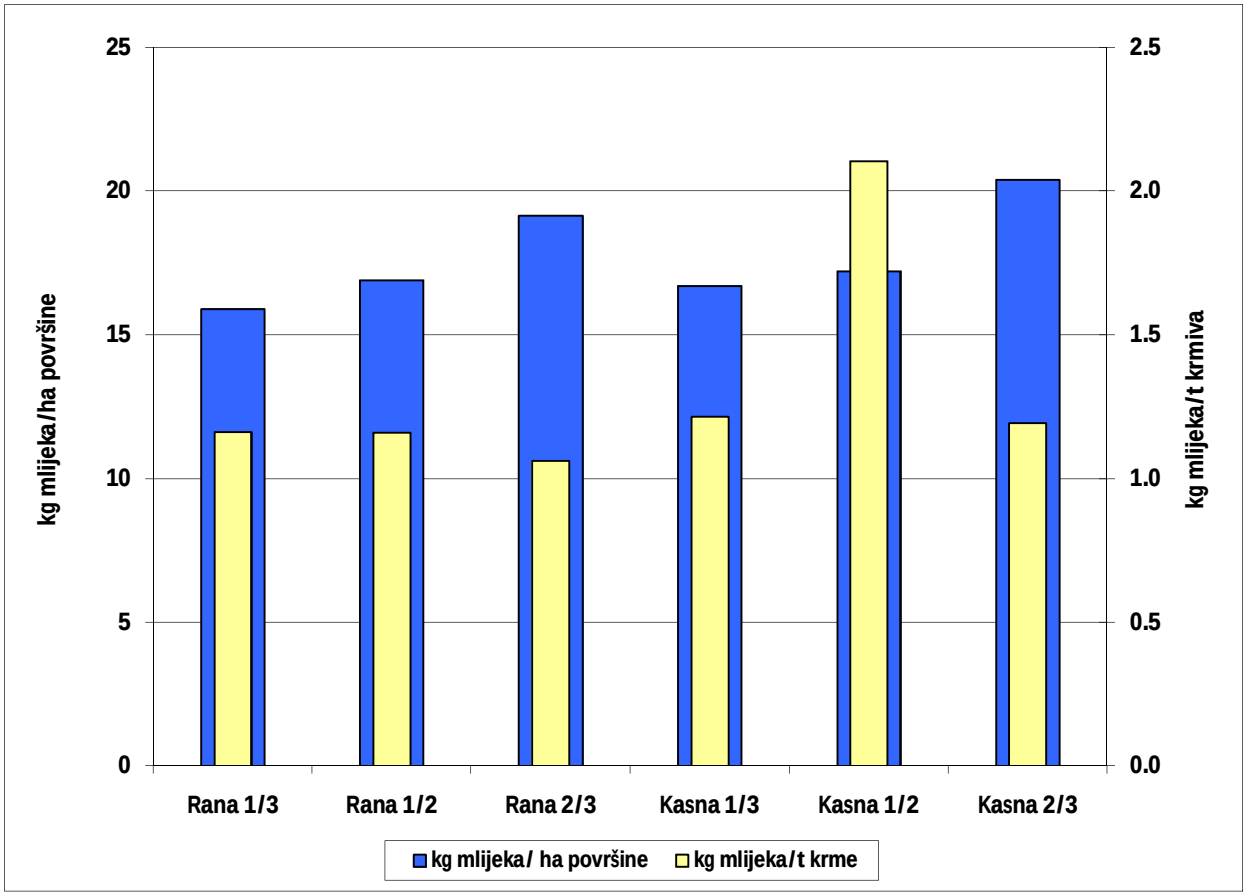
Tablica 20. Potencijalna proizvodnja biljke za silažu u proizvodnji mlijeka u kg mlijeka po toni silaže kukuruza ili po ha površine zasijane kukuruzom

Rok sjetve / stadij zrelosti		***Kg mlijeka /t kukuruza***	***Kg mlijeka / ha površine***
Rani	***1/3***	***1.162***	***15.900***
	1/2	***1.160***	***16.900***
	2/3	***1.061***	***19.150***
Kasni	***1/3***	***1.215***	***16.700***
	1/2	***2.104***	***17.210***
	2/3	***1.193***	***20.400***
Prosjek		***1.149***	***17.710***
Izvor varijabilnosti	***n-1***		
Sjetva	**1**	***NS***	***NS***
Greška	***2***	***-***	***-***
Košnja	***2***	***NS***	***0,014***
S x K	***2***	***NS***	***NS***
Greška	***8***	***-***	***-***

Proizvodnja mlijeka koju predviđamo po jedinici površine statistički se razlikovala ($p \leq 0,05$) samo obzirom na različito vrijeme košnje silažne mase, odnosno odgoda roka košnje kukuruza za silažu statistički značajno povećava proizvedenu količinu mlijeka po jedinici površine (ha) pod kukuruzom, te se povećava s 16,3 na 19,8 t /ha površine pod kukuruzom za silažu.

Prosječne vrijednosti potencijalne proizvodnje mlijeka za sve rokove sjetve i rokove košnje biljke kukuruza prikazani su u Grafikonu 13.

Grafikon 13. Potencijalna proizvodnja biljke za silažu u proizvodnji mlijeka u kg mlijeka po toni silaže kukuruza ili po ha površine zasijane kukuruzom (000)



Tablica 21. Pearsonovi koeficijenti korelacije kemijskog sastava, razgradljivosti, energije i potencijalne proizvodnje mlijeka, silažnog kukuruza

	SP	SV	NDV	KDV	KDL	Škrob	IVPST	NEL	Prinos ST	ML / ha	ML / t
SP	**1**										
SV	**NS**	**1**									
NDV	**NS**	**NS**	**1**								
KDV	**NS**	**0,976 ≤0,0001**	**-0,470 0.05**	**1**							
KDL	**0,477 0,05**	**0,704 0,001**	**NS**	**0,773 0,0002**	**1**						
Škrob	**NS**	**-0,872 ≤0,0001**	**NS**	**-0,923 ≤0,0001**	**-0,779 0,0001**	**1**					
IVPST	**NS**	**-0,688 0,02**	**NS**	**-0,670 0,002**	**NS**	**0,591 0,01**	**1**				
NEL	**NS**	**-0,632 0,005**	**NS**	**-0,599 0,01**	**NS**	**0,491 0,04**	**0,978 ≤0,0001**	**1**			
Prinos, ST	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**1**		
ML / ha	**NS**	**-0,479 0,04**	**NS**	**-0,561 0,02**	**-0,699 0,001**	**0,565 0,02**	**NS**	**NS**	**0,732 0,001**	**1**	
ML / t	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**-0,528 0,05**	**NS**	**1**

SP – sirovi protein, SV – sirova vlakna, NDV – neutralna detergent vlakna, KDV – kisela detergent vlakna, KDL – lignin, IVPST – *in-vitro* razgradljivost suhe tvari, NEL – neto energija za laktaciju (MJ/kg ST), ML – mlijeka, NS – statistički nesignifikantna razlika ($p \geq 0,05$)

5. RASPRAVA

Udio pojedinih dijelova kukuruzne biljke vrlo je važno u donošenju odluke o vremena za košnju kukuruza, odnosno, u utvrđivanju vremena kada skidati kukuruz s polja da bi imali što veće prinose zrna i ostalog, vegetativnog, dijela biljke. To je pak važno zbog što višeg prinosa ukupne silaže iz pokošenog kukuruza, odnosno da bi sama silaža imala što višu hranjivu vrijednost uz što manje gubitke u postupku siliranje, te čuvanja silaže od takvog kukuruza. Udio suhe tvari sa starenjem se općenito povećava u svih dijelova biljke.

Cijela biljka kukuruza sijana u različitim rokovima, te košena u tri stadija zrelosti statistički se značajno razlikovala u udjelu pojedinih dijelova biljke kukuruza, tako da dobivene značajne razlike u udjelima ukupne, te donjeg i gornjeg dijela stabljike, listova i gornjih listova, oklaska i zrna. Dobiveni rezultati udjela pojedinih dijelova djelomično se podudaraju s istraživanjima Barriere i Emile (1990.), kod kojih je udio zrna bio između 41-48%, dok je kod nas oko 52% zrna. Dobivena razlika je uzrokovana zrelijim biljkama kukuruza, kod kojih se i udio zrna u ukupnoj masi biljke povećava, odnosno, sami hibridi kukuruza su brani u nešto zrelijoj dobi. Ovo istraživanje ne podudaraju se s istraživanjima koje je provodio Masoero i sur. (2006.) kod kojeg kukuruz skidan s polja i vršena disekcija pojedinih dijelova u čak šest faza zrelosti. U najranijim fazama zrelosti samo zrno nije se moglo niti odvajati s klipa, te ima prosjeke za tri stadija zrelosti od 18, 28 i 38% udjela zrna zbog čega se ne podudara s našim udjelima zrna, od 45, 52, 54 (u ranoj sjetvi), te 52, 52 i 57% u kasnijoj sjetvi biljke kukuruza. No ove znatne razlike između ova dva istraživanja možemo pripisati razlikama u hibridima kukuruza koji su analizirani. Dok mi u našem istraživanju imamo hibrid kukuruza izrazito bogatog zrnom, odnosno, preporučenog hibrida kukuruza za proizvodnju zrna, Masoero i sur. (2006.) analiziraju hibride iz skupine FAO 700, odnosno hibride oplemenjivačkim radom dobivenog za proizvodnju zelene mase.

Općenito možemo primijetiti da se sa zrenjem biljke udio svih vegetativnih dijelova smanjuje, a udio zrna povećava. Razlika u udjelu stabljike s navedenim literaturnim podacima (Masoero i sur., 2006.) koja kod njega oko 40%, dok je u našem približna literaturi i u našem istraživanju oko 13% vjerojatno je dobivena zbog preciznijeg dijeljenja dijelova biljke. Tako da on uzima samo osnovne dijelove; stabljiku, listove i klip, dok je naša disekcija biljku kukuruza podijelila u 13 dijelova čime se dobio još precizniji uvid u utjecaj zrenja kukuruza na promijene u njihovom sastavu i razgradljivosti. Najsličnije rezultate s

literaturnim dobiveni su iz istraživanja s opsežnim disekcijama (Tang i sur., 2006. i 2008.; Thomas i sur., 2001.) koji imaju biljke s nešto većim udjelom zrna (32 vs. 53%) što se osim združivanja pojedinih dijelova u skupine može povezati i s većom zrelosti literaturnih kukuruza kod kojih u pravilu uvijek dolazi nešto manji udio lista (10 vs. 15) koji nam je dobar indikator da se radi o nešto zrelijem kukuruzu. Manje precizni, no podaci koji će u praktičnoj primjeni biti jednostavan pokazatelj udjela osnovnih dijelova biljke kukuruza objavio je Schroeder (2004.). On donosi raspone vrijednosti za različite hibride kukuruza, te tako udio zrna može biti 15-60%, ovisno o zrelosti zrna; listovi 15-25%; stabljika 20-40%; oklasak 6-10% i komušina 6-8%. Na temelju svih navedenih istraživanja rasponi u udjelu dijelova biljke uvjetovani su i genetskim razlikama hibrida kukuruza, pa u uspoređivanju biljke kukuruza za silažu s literaturnim podacima treba uzeti primjere kukuruza istog tipa, te skidanog s polja u istom ili barem sličnom stadiju zrelosti i onog koji je rastao u što sličnijim meteorološkim uvjetima.

Osim samog udjela pojedinih dijelova biljke kukuruza za njenu hranjivost izrazito je važan i prinos ukupne biljke, te pojedinih dijelova kukuruza. Već spomenuto na hranjivost kukuruza presudan utjecaj ima udio i prinos zrna, te vegetativnih dijelova kukuruza.

Prinos pojedinih dijelova i cijele biljke kukuruza prikazan je u Tablicama 3 i 4, odnosno podaci su prikazani u ukupnoj količini (na dostavnoj vlazi), odnosno preračunato na 100% ST. Vrijeme sijanja kukuruza nije utjecalo na statistički značajne razlike prinosa (vlažne – dostavna vlaga) dijelova i cijele biljke kukuruza. Ukupna količina dobivene mase cijele biljke značajno se smanjivala s vremenom košnje od 48 do 41 t/ha. Osim smanjivanja mase cijele biljke i pojedini dijelovi pokazuju smanjivanje njihove mase s odgađanjem košnje i zrenjem kukuruza, te ovu pojavu jednostavno možemo protumačiti značajnim porastom ST biljke i dijelova koje nastupa sa sazrijevanjem kukuruza. Vrijeme sijanja kukuruza nije nam dalo statistički značajne razlike, no iz dobivenih rezultata vidimo da je različito sijan kukuruz dao i različite prinose (46 vs. 42 t/ha) u korist ranije sijanog kukuruza. Osim same ukupne mase možemo primijetiti i zanimljivi trend kako se kod ranije sijanog kukuruza sa sazrijevanjem ukupna masa biljke smanjuje (52→42→42 t/ha), dok se kod kukuruza sijanog kasnije povećava, te smanjuje (43→44→39 t/ha). Ovi rezultati mogu se objasniti meteorološkim prilikama u vrijeme sazrijevanja kukuruza i količinom vode u zelenoj masi na dan skidanja, odnosno većim zadržavanjem vode u ranije dozrelih kukuruza nego kod kasnih. Ovu činjenicu objašnjavamo i podatkom da se ova zakonitost nije „preslikala" u prinose

cijele biljke i dijelova preračunate na 100% ST. Dobiveni rezultati mogu se koristiti za utvrđivanje mase kukuruza i imaju značaj u praktičnoj primjeni prilikom organizacije i svih postupaka pri spremanju silaže, te pri direktnoj procjeni silažnog kukuruza prema prinosu.

Drugi način izražavanja prinosa mase kukuruza predstavlja mase preračunate na 100% ST i kao takav primjenljiv je za literaturno uspoređivanje naše silažne mase s rezultatima istraživanjima objavljenim u znanstvenim publikacijama. Iz rezultata u Tablici 4. vidi se da je najveći utjecaj na razlike u prinosu cijele biljke kukuruza imalo zrno. Osim u zrnu, manje razlike u prinosima ostalih dijelova kukuruza zabilježene su kod stabljike i njenih dijelova kod različitih rokova sjetve. Ovakvo povećanje mase gornjeg dijela stabljike s 0,6 na 0,7 t/ha (100% ST) možemo objasniti manjim i sporijim otpuštanjem vode iz ovog čvrstog vegetativnog dijela, nego iz npr. listova i sličnih manje grubih dijelova koji brže gube vlagu. Trend opadanja prinosa vegetativnih dijelova u odnosu na zrno, mada statistički neznačajno, vidi se u Grafikonu 3. Povećanje prinosa suhe mase cijele biljke pripisujemo skraćenju vegetacijskog perioda za ova dva različito sijana kukuruza. Kukuruzi su sijani s vremenskom razlikom od 17 dana, dok su košeni u prosjeku samo s tjednom razlike. Ranije sijani hibridi do vremena košnje imali su 10 dana više od kasnih, te se u fazu nalijevanja zrna došli ranije, u vrijeme viših temperature, čime objašnjavamo i manje prinosa zrna. Nalijevanje zrna i ispunjavanje zrna škrobom niže je kod kukuruza koji rastu u toplijim uvjetima (Jones i sur. 1984. i 1985., Commuri i Jones, 1999.), te tako i objašnjavamo povećani prinos zrna i povećanu količinu škroba u kasnije sijanih hibrida. Povećanjem prinosa zrna, kao najveće komponente biljke kukuruza, uz povećanje druge najveće komponente – stabljike, direktno se može povezati s ovim povećanjem prinosa kukuruza. Stabljika je imala niže prinose i u ukupnoj masi, te na 100% ST mase stabljike. Sam manji prinos mase stabljike možemo ponovno pripisati toplijim danima u vrijeme rasta stabljike (Graybill i sur 1991.), te s praktičnog stajališta mogu dati preporuku da je u umjerenim godinama kasnija sjetva kukuruza za silažu bolja s gledišta prinosa ST, no takva, nešto suša kukuruzna masa za siliranje, bez dobre mehanizacije može izazvati probleme povezane s niskom ST, te izazvati plijesni i zdravstvene poremećaje kod životinja. Viši prinosi zrna uz smanjenje prinosa vegetativnih dijelova u svojim radovima spominjali su i Henrique i sur (1994), te Pereira i sur. (1993.), koji u svojim radovima objašnjavaju utjecaj visine košnje, odnosno smanjivanje dijela stabljike u ukupnoj masi kukuruza. Oni zaključuju da je poboljšanje hranjivosti kukuruza s povećanjem visine sječke (smanjenjem dijela stabljike) manje, što je sam prinos

zrna manji, čime dolaze do zaključka da je za povećanje hranjivosti silažne mase prinos zrna presudan gotovo neovisno o vegetativnom dijelu biljke. Uz rezultate prinosa i udjela dijelova biljke kukuruza navedenih autora gotovo identične rezultate s mojim dobiveni su i u najnovijim istraživanjima s desetak hibrida kukuruza u Brazilu (Caetano i sur. , 2011.), no isti autor ipak daje značaj i vegetativnom dijelu biljke, a ne samo zrnu, kao navedeni prethodnici, dajući važnost svim dijelovima biljke u procjenjivanju ukupne hranjivosti biljke kukuruza za silažu.

Analizom kemijskog sastav cijele biljke kukuruza utvrđene su statistički značajne razlike za gotovo sve analizirane hranjive tvari, osim za SM, no i kod ove hranjive tvari utvrđene su relativne razlike, odnosno, promjene u njihovim vrijednostima, obzirom na različitu zrelost biljke kukuruza i rok sjetve. Općenito možemo zaključiti da se sadržaj ST cijele biljke kukuruza povećava s sazrijevanjem biljke, te imamo povećanja u ST kukuruzne mase od 305 pa do 415 g/kg ST. Ovakav trend rasta ST također je opisan u istraživanju Hunt i sur. (1989), te kasnija istraživanja koja su radili Xu i sur. (1995). Razlike u sadržaju ST cijele biljke kukuruza sa zrenjem biljke uglavnom se dešavaju zbog razlika koje se dešavaju njenom većem organu, odnosno u ST zrna (McDonald i sur. 1991). Proteinska vrijednosti cijele biljke kukuruza sa starenjem opada (90 vs. 86 g/kg ST SP) uz istovremeni rast organske tvari (1000-pepeo), što opet objašnjavamo pojavom relativno visokog udjela lista u odnosu na ostali vegetativni dio biljke kukuruza u ranijim stadijima zrenja i višeg sadržaja pepela u listovima, nego u ostalim dijelovima biljke (Tolera i sur., 1998). Niže vrijednosti lignina u cijele biljke kukuruza u ranijim fazama zrenja, u odnosu na kasnije javljaju se zbog veće lignifikacije ostalih dijelova biljke u kasnijim stadijima zrelosti (Bal i sur. 1997., Filya, 2004). Ovaj zaključak ne možemo u potpunosti prihvatiti i za naše istraživanje u kojem se sadržaj lignina kod ranije sijanog kukuruza čak opadao s 32 na 22 g/kg ST lignin.

U istraživanju je određivana i korelacija između pojedinih hranjivih tvari i njihovog utjecaja na prinos cijele biljke i prinos zrna, te njihovu zajedničku interakciju (Tablica 21). Tako je utvrđena statistički značajna i korelativna veza između pojedinih parametara kemijskog sastava cijele biljke kukuruza za silažu. Utvrđena je vrlo snažna veza između pojedinih vlaknastih struktura naročito SV-a i KDV i lignina. Tako da smo utvrdili snažnu korelaciju (R=0,97) između sirovih vlakana i KDV-a. Ova veza bila je i za očekivati budući da ukupna ili SV u biti predstavljaju, odnosno sastoje se od ostalih frakcija vlakana. Zanimljivija nam je veza između vlakana i škroba. Ova veza također je vrlo snažna (r=-0,87),

odnosno znači s velikom sigurnošću da povećanje SV u biljci kukuruza dovodi smanjenja škroba, te posljedično i smanjenja razgradljivosti u buragu (r=-0,69), te dovodi do pada ukupne energetske vrijednosti takve biljke kukuruza (r=-0,63). Osim utjecaja vlakana na navedene parametre vlakna biljke kukuruza povezane su i s potencijalnom proizvodnjom mlijeka, te imamo utvrđenu korelativnu vezu između KDV-a (r=-0,70) i lignina (r=-0,56), odnosno povećanje ovih dviju vlaknastih struktura biljne stanice kukuruza dovodi do smanjenja potencijalne proizvodnje mlijeka /ha površine.

Osim navedenih parametara i proizvodnih osobina kukuruza, dobivene su i ostale korelativne veze između hranjivih tvari kukuruza. Tako da je protein još povezan s ligninom i to u srednje slaboj vezi (r=0,47), te imamo i ostale veze unutar grupe ugljikohidrata. Neutralna detergent vlakna (NDV) u statistički opravdanoj su vezi s KDV-om (r=-0,47). Literaturne podatke o povezanosti sadržaja škroba i prinosa (Fabijanac i sur., 2006), nismo mogli povezati u našem istraživanju, no veza prinosa i vlakana statistički je dokazana.

U ukupnoj masi dijelova biljke samo zrno predstavlja njen najveći organ, odnosno na zrno otpada najveći dio od svih dijelova biljke kukuruza. Porast udjela zrna značajan je sa starenjem same biljke (od 28 do 37% ukupne mase biljke) kroz sve stadije zrelost, te je jedino veći udio vegetativnih dijelova u odnosno na zrno zabilježen kod najranije faze zrelosti i rane sjetve kukuruza. (29 vs. 28%). Bez obzira na važnost i dominantnost zrna u kompletnoj silažnoj masi od kukuruza samo zrno kukuruza u ranijim fazama zrelosti vrlo je malo istraživano, te neki autori čak umjesto komparacije i rasprave o zrnu kao dijelu cijele biljke kukuruza za silažu uzimaju podatke o fiziološki zrelom zrnu (Balaš, 2011.). Statistički značajne razlike u kemijskom sastavu zrna obzirom na različit stadij zrelosti i sjetve dobili smo gotovo za sve najvažnije, analizirane hranjive.

Sadržaj proteina zrna kukuruza u mojem istraživanju u prosjeku, za sve analizirane kombinacije iznosi oko 97,5 g/kg ST, što je niža vrijednost nego u istraživanju Masoera i sur (2011), koji ima najnovije istraživanje o sastavu zrna kukuruza različitog stadija zrelosti i kod kojeg je količina proteina u fazama ½ i 2/3 mliječne linije sadržaj SP 84 g/kg ST. No, ovakav niži sadržaj SP iz navedenog istraživanja možemo protumačiti korištenjem kukuruza iz FAO grupe 700, kod koji je općenito sadržaj u zrnu kukuruza nešto niži, nego u uobičajenih hibrida u RH, te za fiziološki zreli kukuruz iznosi 91 g/kg ST što je manje nego u većini dosada citiranih autora i općenitog sadržaja SP zrna kukuruza iznad 100 g/kg. Sadržaj SP u

naših kukuruza značajno je različit obzirom na rok sjetve, te kod rane sjetve iznosi oko 100, te kasne oko 95 g/kg ST proteina. Dobiveni rezultati u suprotnosti su s rezultatima Ahmadi i sur. (1993), kod kojih je sadržaj SP s odgodom sjetve rastao i to s 91, preko 105, na 108 g/kg ST proteina. Navedeni autori svoje povećanje u sadržaju SP zrna objašnjavaju smanjenjem prinosa zrna u kojem se tada koncentracija SP povećava, a što opet ide u prilog našim rezultatima kod kojih se s odgodom sjetve prinos zrna povećava s 4,8 na 5,4 t/ha ST, pa posljedično dolazi do opadanja koncentracije SP analiziranih kukuruza. Smanjenje sadržaja SP u kukuruza s višim prinosima navode u fiziološki zrelih kukuruza navode i Fabijanac i sur.(2006), Kuehn i sur. (1999), te Zuber i sur. (1956) već prije više od pola stoljeća. Kod analiziranih kukuruza s zrenjem povećavao se sam prinos zrna, no sadržaj proteina u njemu nije imao takav linearan porast. U interakciji sjetve i košnje dobili smo statistički značajne razlike u sadržaju proteina zrna tako imamo najviši sadržaj SP kod najranije sijanog i najmanje zrelog zrna od 110 g/kg ST proteina, a najniži u najzrelijem kukuruzu, kasne sjetve s 91 g/kg ST.

Nakon proteina, jedna od najvažnijih hranjivih tvari zrna kukuruza je škrob. Sadržaj škroba u analiziranim kukuruzima značajno se mijenjao kako sa sazrijevanjem, tako i u različitim rokovima sjetve. Tako da imamo prosječan sadržaj škroba u ranoj sjetvi od 710, te u kasnoj od čak 725 g/kg ST škroba. Utvrđivanje sadržaja škroba u odnosu na različite rokove sjetve radili su i Fabijanac i sur. (2006), te mada nisu dobili značajne razlike u samom škrobu i rokovima sjetve, zaključuju da je veći sadržaj škroba u kukuruza s većim prinosom zrna, a što je bio slučaj i u našem pokusu. Osim samih rokova i zrenje biljke kukuruza doprinosi povećanju sadržaja škroba u zrnu koji raste s 680 g/kg u najranije košenom kukuruzu, do 730 g/kg ST škroba u kasno košenom kukuruzu.

Osim proteina i škroba u zrnu kukuruza možemo primijetiti statistički značajne razlike u većini analiziranih hranjivih tvari i konstatirati njihove promjene povezane sa stadijem zrelosti biljke i ranijim, odnosno, kasnijim rokom sjetve. Sadržaj SM, odnosno, ulja u zrnu kukuruza kod rano i kasno sijanih kukuruza nije se statistički razlikovao, dok je se prema dobivenim rezultatima sadržaj ulja u odnosu na sazrijevanje biljke i interakcija sjetve i košnje imao značajne promijene. Ranije košeni hibridi kukuruza imali su u prosjeku sadržaj ulja oko 43 g/kg ST, dok je u kasnije sijanih kukuruza prosjek SM bio oko 37 g/kg ST. Zanimljiva je i pojava smanjenja SM sa sazrijevanjem biljke s čak 48 na 40 g/kg ST SM, dok se kod kasnije sijanih hibrida sadržaj ulja očekivano povećava s 36 na 40 g/kg ST ulja.

Sadržaj ulja u kukuruzima za silažu različitog stadija zrelosti utvrđivali su i Ettle i Schwarz (2003), te dobili rezultate o opadanju količine ulja s 4,62 na 3,64 g/kg ST u ranije košenog kukuruza s rasponom ST od 30-32 %, te pad SM s 4,92 na 4,24 g/kg ST SM u kukuruza skidanih s polje pri udjelu ST u rasponu od 38-42%. I naši autoru bavili su se razmatranjima o količinama ulja u kukuruzu, te donijeli zaključke koji idu u prilog mojim rezultatima, odnosno, zaključuju da naknadno sijani kukuruzi imaju manji sadržaj ulja od optimalno sijanih kukuruza (Fabijanac i sur. 2006., Balaš. 2011). Tako navedeni autori iznose pad sadržaja ulja s 37 na 36 g/kg ST , odnosno pad s 42,9 na 43,8 g/kg ST ulja. Sve su ove količine ulja, odnosno razlike u sadržaju ulja vrlo male, te se jedino veće razlike u SM kukuruza mogu naći u istraživanjima različitih tipova hibrida kukuruza. Ovu konstataciju navodi Genter i sur. već 1956. g, te konstatira da su razlike u hibridima u istraživanjima između godina iznosile svega 0,9%, dok su glavne razlike u SM kukuruza bile između različitih hibrida i iznosile 7%.

Osim unutar staničnih komponenti zrna kukuruza utvrđivan je i sadržaj frakcija vlakana u zrnu kukuruza. Tako smo dobili statistički značajna rezultate o očekivanom porastu NDV-a s 80 na 82 g/kg ST ranije sijanih kukuruza, te još povećanje s 84 na 83 g/kg ST kasnije sijanih kukuruza. Sadržaj NDV-a istraživanih zrna kukuruza niži je od vrijednosti koje su dobili i Kuehn i sur. (1999) i Thomas i sur (2001) i koji su dobili vrijednosti NDV-a u rasponu od 105, pa do preko 120 g/kg ST NDV-a. Ovako velike razlike u odnosu na moje istraživanje može se pripisati samim hibridima, odnosno starosti hibrida prilikom košnje. Trend koji smo dobili i mi kazuje da sa zrenjem i starenjem biljke NDV zrna raste, te nije neobična ovako velika razlika, budući da je Thomas i sur. (2001) utvrđivao sadržaj NDV-a zrna pri sadržaju od čak 60% ST cijele biljke. Mi svoje istraživanje možemo usporediti s Masoerom i sur (2011) koji se utvrđivao NDV zrna silažnog kukuruza u ranijim fazama zrelosti, te dobio sličan rezultat s nama, odnosno on opisuje porast NDV-a kod zrna kukuruza s 84 na 91 g/kg ST kod zrelog kukuruza.

Vegetativni dio biljke kukuruza koji ima najviši udio u ukupnoj masi biljke kukuruza je stabljika. Kako bi što bolje naglasili promijene koje se događaju sa zrenjem kukuruza i starenjem biljke ovaj biljni organ smo podijelili na gornji i donji dio. U istraživanim kukuruzima kod cijele stabljike kukuruza nije utvrđena nikakva statistička razlika za pojedine hranjive tvari, dok su ove iste promjene značajno naglašene u podijeljenim frakcijama stabljike. Ukupni SP u stabljici kukuruza bili su oko 36 g/kg ST i možemo reći da je ovaj

podatak nešto niži od pojedinih literaturnih podataka (Bal i sur 1997., Johnson i sur. 2001.,Tang i sur., 2006.) kod kojih iznosi 75 g/kg ST SP, no ove niže vrijednosti su literaturno potkrijepljene (Mansoro i sur., 2006.) podacima o velikoj varijabilnosti sadržaja SP u stabljici ovisno o stadiju zrelosti biljke kukuruza. Tako da je kod navedenog autora raspon sadržaja SP u stabljici kukuruza od 27 do74 g/kg ST proteina. Navedene razlike uvjetovane su i razlikama u ST, odnosno zrelosti biljke kukuruza koja u kasnijim stadijima zrelosti ima najmanje SP, odnosno dolazi do supstitucije SP sa manje probavljivim vlaknima. Tako da i u mojem istraživanju statistički značajan pad sadržaja SP imam baš kod dijela stabljike koji najranije sazrijeva, odnosno donjeg dijela stabljike. Osim toga sam sadržaj proteina povezan je i s meteorološkim uvjetima rasta i razvoja kukuruza, te se više količine SP objašnjavaju smanjenim prinosima zelene mase, čije biljci ostaje na raspolaganju i relativno više N iz tla, te posljedično tome više SP u svim organima biljke kukuruza (Wiersma i sur., 1993). Strukturna vlakna u cijeloj stabljici nisu imala očekivane promjene u njihovom sadržaju obzirom na razlike u roku sjetve, te naročito u razlikama u sazrijevanju. Jedine razlike u dijelu stabljike statistički su utvrđene sadržaju KDV-a gornjeg dijela stabljike kod kojeg imamo ukupni pad KDV-a kasnije sijanog kukuruza (s 370 na 354 g/kg ST), no pogledamo li trend dobivenih rezultata između svakog roka sjetve vidimo očekivane vrijednosti koje su najniže za ranije košeni, a najviše za kasno košeni kukuruz. Ovakav relativni ($p \geq 0,05$) porast imamo i za ukupna SV kod koji se ona povećavaju s 290 na 360 g/kg ST, te očekivano za sadržaj lignina koji u donjem dijelu stabljike raste s 105 na 110 g/kg ST .

Dio biljke kukuruza koji sadrži najviše proteina su listovi (oko 130 g/kg ST). Ovaj sadržaj listova u mojem istraživanju mijenja se i statistički je značajan ovisno na rok sjetve kukuruza, te naročito u odnosu na stadij zrelosti biljke. Budući da smo u istraživanju imali disekciju listova na listove donjeg i gornjeg dijela biljke dobili smo očekivane rezultate sadržaja proteina. Tako imamo viši sadržaj proteina u gornjih (110 -150 g/kg ST SP) listova nego u donjih (90-140 g/kg ST SP) s prosjekom SP za kompletnu lisnu masu od oko 130 g/kg ST. Ovo smanjenje proteinskog dijela donjih listova pripisujemo ranijem starenju listova donjeg dijela stabljike čime se taj dio hranjivih tvari zamjenjuje s povećanjem vlakana. Ovakva translokacija hranjivih tvari osim u kukuruza pronađena je u drugom biljnom materijalu čime se ovakva zakonitost može primijeniti gotovo za cijelu porodicu trava. Tako je Tan i sur (1995) istraživao spomenute promijene u pšenice, Sileshi i suradnici. (1996) u

sirku, a Mgheni i sur., (2001) u riže. Tang i sur. (2006) provode gotovo istovjetno istraživanje za dijelove i biljku kukuruza, te dobiva nešto više rezultate (20-50% ovisno o dijelu biljke) od mojih, te sličnog istraživanja provedenog u Norveškoj (Tolera i Sundsol. 1999.). Navedene razlike u sastavu istih dijelova biljke kukuruza dobivene su vjerojatno uslijed razlika u hibridima kukuruza, te vremenskim prilikama prilikom rasta i razvoja samih biljaka. Tang i sur.(2006) i Tolera i Sundsol (1999.) dobili su slične rezultate sadržaja hranjivih tvari u dijelovima kukuruza, te navode da je sadržaj SP najniži, te NDV-a najviši u komušine, što se slaže i s rezultatima Verbiča i sur. (1995) da je sadržaj NDV-a viši u komušine, nego u listovima ili stabljici.

Masoero i sur. (2003.) istražuju utjecaj vegetativnih dijelova biljke kukuruza različite starosti na sastav vlaknastih frakcija biljke, te zaključuje kako se utjecaj kasnije košnje znatno manje odrazio na sastav vlakana u listu, nego na stabljiku. Te se u njihovom istraživanju jedino sadržaj lignina povećavao sa starenjem kukuruza s 50 na 80 g/kg ST. U našem istraživanju u ukupnoj masi lista sadržaj lignina je također rastao s 43 na 50 g/kg ST, no ovo povećanje odnosilo se samo na relativni porast lignina ($p \geq 0,05$), dok je statistički značajan porast lignina utvrđen kod listova donjeg dijela stabljike i pojava se kretala s 140 na 200 g/kg ST lignina. Osim lignina sa zrenjem biljke kukuruza kod donje i gornje frakcije listova nemamo statistički značajna povećanja za niti jednu frakcije vlakana, osim za NDV i KDV u ukupnoj masi listova. Utjecaj zrenja kukuruza promatrana je i za promijene sadržaja proteina. Proteinska vrijednost u navedenom istraživanju sa zrenjem opada s 159 na 110 g/kg ST SP, te se zaustavlja u fazi fiziološke zrelosti zrnu kada listovi imaju oko 70 g/kg ST proteina. U odnosu na prethodne rezultate i naši su kukuruzi imali istovjetan trend promjena i količina SP listova.

U našem i istraživanjima Tang i sur. (2006.), te Tolera i Sundosol (1999.) možemo pronaći zajedničko zapažanje da je kemijski sastav rukavaca sličan gornjem dijelu stabljike, te su njihove vrijednosti oko 37 g/kg SP i oko 650 g/kg NDV-a. Suprotno od istraživanja (Tang i sur. 2006), koji su jedni od rijetkih koji su stabljiku kukuruza dijelili na donji i gornji dio, u kojem je sadržaj SP viši u donje stabljike i sadržaj NDV-a viši u mojem su istraživanju dobiveni očekivani rezultati, odnosno zbog bržeg starenja i nakupljanja teže probavljivih vlaknastih tvari relativno više vlakana i manje SP u donjeg nego u gornjem dijelu stabljike. Zanimljiv rezultat dobiven je sadržaju SP u oklasku koji je viši nego u gornjem dijelu stabljike (36 vs. 39 g/kg) što neki autori objašnjavaju zaostalom proteinu koji se trebao

transportirati u zrno, te je zaostao u oklasku. Ovaj posljednji podatak, mada zanimljiv, nije u potpunosti relevantan zbog svoje relativne, a ne statističke razlike, te zbog kontradiktornosti s istraživanjima Van Soesta (1994.).

Kemijski sastav oklaska jedan je od parametara u procijeni hranjivosti kukuruza koji je samostalno u literaturi vrlo rijetko utvrđivan, te se eventualni podaci za ovaj dio biljke kukuruza odnose za hranjivost cijelog klipa, odnosno oklaska i zrna zajedno. Jedan od autora koji je u istraživanjima biljku kukuruza podijelio i na oklasak je ranije spominjani tip Masoero i sur. (2006.). Autori su utvrdili udio oklaska od oko 7,24% što se podudara i s mojim istraživanjem u kojem sama košnja utječe na udio oklaska ($p \leq 0,05$), te se udio oklaska kretao od 7,1 do 8,4 % kod najzrelijeg kukuruza. I sadržaj svih strukturnih vlakana u ispitivanih kukuruza značajno je rastao sa starenjem biljke, osim sadržaja lignina koji sa zrelošću raste s 69 na 77 g/kg ST, no pojava je samo u relativnom porastu ($p \geq 0,05$). Porast sadržaja NDV-a (723 vs. 769 g/kg ST) i KDV-a (389 vs 396 g/kg ST) statistički je značajan i viši za kasnije sijane kukuruze što se može objasniti i relativno višim sadržajem ST u kasnije sjetve, te utjecajem ST ne sadržaj vlakana opisanog u prethodno citiranoj literaturi.

Osim kemijskog sastava čimbenik koji određujemo pri procjeni hranjivosti kukuruza za silažu i njegovoj evaluaciji predstavlja i razgradljivost, cijele biljke kukuruza i njezinih dijelova, odnosno, razgradljivost ST, OT ili pojedinih hranjivih tvari, kao što su to vlakna (NDV) ili škrob.

U našem istraživanju određivana je ukupna razgradljivost ST *in-vitro* metodom inkubacije u ANKOM inkubatoru, te je dobivena IVPST za cijelu kukuruznu biljku i njene dijelove. Nismo dobili statistički značajne razlike u razgradljivosti cijele biljke kukuruza, no razgradljivost cijele biljke kukuruza s kasnijim rokom sjetve povećala se s 75 na 78 % IVPST. Osim, statistički neznačajnog, utjecaja roka sjetve na razgradljivost biljke kukuruza i kasniji rok košnje ima trend porasta probavljivosti. Tako da za kasnije košeni kukuruz imamo povećanje razgradljivosti biljke kukuruza u buragu s 74 na 78 % IVPST. razgradljivosti Povećanje razgradljivosti kompletne biljke može se povezati s višim udjelom zrna u kasnije košenih kukuruza, odnosno višim udjelom škroba, koji je u visokoj pozitivnoj korelaciji s visinom razgradljivosti. Na razgradljivost utječe i sadržaj NDV-a i to tako da s njegovim rastom, razgradljivost opada, no u našem slučaju je bio značajniji porast zrna koji je u tih kukuruza neutralizirao negativno djelovanje vlakana na ukupnu razgradljivost.

Tako Allen i sur. (1991) zapaža jak odnos između udjela zrna i ukupne *in-vitro* razgradljivosti (r=0,8) između 32 hibrida kukuruza košena u istovjetnom stadiju zrelosti u pokusu koji je trajao dvije godine. Tim stručnjaka okupljeno oko Kuehna (1996) ne uočavaju ovaj utjecaj te ga pripisuju okolišnim utjecajima koji su jače djelovali na same kukuruze, nego pojedina genotipska svojstva. Tako oni zaključuju da okolišni uvjeti u vrijeme rasta i razvoje kukuruza značajno utječu na količinu škroba u silažama od kukuruza, no dana razgradljivost ST se s povećanjem škroba ne povisuje. Tako da uz dokazani pozitivni utjecaj povećanja prinosa zrna, na prinos ukupne biljke kukuruza njegov utjecaj na razgradljivost cijele biljke vrlo je varijabilan. Drugim riječima u nekim je istraživanjima opisano povećanje zrna povećalo i razgradljivost cijele biljke, a u drugima nije, što znači da visok prinos zrna ili visok sadržaj škroba ne mora uvijek automatskih značiti i visoku razgradljivost.

Osim utjecaja zrna na razgradljivost kompletne kukuruzne biljke, znatan utjecaj imaju i vlakna. Sadržaj vlakana u biljci kukuruza općenito može biti vrlo varijabilan, te razlike u udjelima vlaknastih, vegetativnih dijelova u kompletnoj biljci kukuruza može utjecati na njezinu razgradljivost. Povećanjem razgradljivosti vlakana, povećavamo koncentraciju energije u krmivu, tako da ona postaje dostupnija za mikrobe buraga. Količina strukturalnih dijelova frakcija NDV-a, celuloza, hemiceluloza i lignin uzrokuju razlike u brzini i obujmu razgradljivosti u buragu U već navedenom radu Allen i sur. (1990) IVPST silaže kukuruza bila je u rasponu od 80 do 86%, dok je razgradljivost vlakana bila od 54 do 64%. Nasuprot ovim relativno sličnim rezultatima Nocek i Russel (1988) dokumentiraju vrlo varijabilnu razgradljivost NDV-a silaže kukuruza koja se kreće u rasponu os 32 do 68%.

Korelacije između sadržaja hranjivih tvari i razgradljivosti biljke kukuruza utvrđene su za škrob, odnosno možemo zaključiti da povećanje škroba u biljci kukuruza dovodi do povećanje razgradljivosti (r=0,54), dok s druge s ukupna (r=-0,66) i kisela (r=-0,64) vlakna statistički značajno smanjuju razgradljivost što je utvrđeno i u istraživanjima (Wolf i sur., 1993), no kod kojeg je osim istog trenda sama negativna veza između utvrđenih dijelova biljne strukture bila jače povezana (R=-0,76- -0,93).Gotovo identična povezanost vlakana utvrđena je i za energetsku vrijednost za laktaciju (NEL; MJ/kg ST), te možemo zaključiti da istovjetne učinke ove hranjive tvari imaju na razgradljivost i na energiju, odnosno dokazuju i direktnu i čvrstu povezanost razgradljivosti i energije (r=0,97).

Iz ovih istraživanja možemo donijeti zaključak da razgradljivost svih vegetativnih dijelova biljke kukuruza igra značajnu ulogu u razgradljivosti cijele biljke kukuruza. Razlike u morfološkim dijelovima, stadij zrelosti i genetika čimbenici su koji na nju djeluju, te kako bi poboljšali razgradljivost cijele biljke kukuruza moramo raditi na poboljšanju kako razgradljivosti vlakana tako i razgradljivosti škroba.

Osim razgradljivosti kompletne biljke kukuruza provedena je i postupak procjene razgradljivosti za sve dijelove biljke kukuruza. Razgradnja zrna iznosila 86 % i bila je u prosjeku gotovo ista za dva roka sjetve, uz nešto manje vrijednosti kod najranijih stadija zrelosti što se pak može povezati s nižim odjelom škroba u takvih zrna kukuruza. Navedena vrijednost komparativna je s literaturom osim u slučaju Balaš (2011) kod koje su dobiveni rezultati značajno manji.

Nakon kemijskog sastava i razgradljivosti posljednje razmatranje u vezi hranjivosti cijele biljke kukuruza za silažu predstavljaju kalkulativne vrijednosti potencijalne proizvodnje mlijeka. Metode procijene razvijene su još 1993 pod nazivom MILK 1995, te su kroz godine korištenja i modifikacije preko MILK2000, došle do današnje varijante MILK2006 (Schwab i sur. 2003., Shaver i sur. 2006). Metoda je zamišljena kao pomoćni alat pri procjeni i uspoređivanju krmiva, a bazirana je na kombinaciji podataka kemijskih analiza (škroba i vlakana) i razgradljivosti, preko procjenjivanu energije i na kraju dobivenog rezultata potencijalne proizvodnje.

Temeljem spomenute metode dobivena je prosječna proizvodnja mlijeka od 1149 kg/t silaže cijele biljke kukuruza. Izračunata proizvodnja mlijeka nije imala statistički značajne razlike u odnosu na stadij zrelosti kukuruza, niti na različite rokove sjetve, te možemo samo spomenuti da je ranije sijani kukuruz dao relativno manje mlijeka 1128 vs. 1171 kg/t kukuruzne silaže. Dobiveni rezultat nešto je niži od literaturnih podataka i proizvodnje mlijeka koju su dobili Kung i sur (2008), te Balaš (2011), no viši su od potencijalne proizvodnje mlijeka koju su dobili Jorg i sur. 1999. čija je proizvodnja u prosjeku oko 1000 kg/t, te Darby i Lauer (2002) kod kojih je proizvodnje bila još niže i iznosila samo 700 kg/t.

Ovakve velike razlike u rezultatima novijih istraživanja i onih nešto starijih govore o nadograđivanju i konstantnom poboljšavanju metode MILK2XXX, jer svaka generacija MILK-a ne koristi sve istovjetne parametre, te je komparacija sadašnjih s prijašnjim rezultatima neobjektivna. Tako da najstarija verzija programa prilikom kalkulacija

proizvodnje ne uzima u obzir ST silažne mase, te razgradljivost NDV-a kao jednog od vrlo važnih komponenti u procjeni ukupne potencijalne proizvodnje, te su nam za našu izračunatu proizvodnju jedini komparativni podaci oni dobiveni u najnovijim istraživanjima.

Dobivene niže vrijednosti od vrijednosti najnovijih istraživanja vjerojatno su rezultat različitog sastava silažnih masa. Tako silažna masa i istraživanju Kung i sur. 2008. u prosjeku sadrži više škroba i manje NDV-a nego silažna masa iz našeg istraživanja, pa zaključujemo da je to osnovni uzrok visoke razlike u potencijalnoj proizvodnji. Škrob kao hranjiva tvar zbog svoje visoke energetske vrijednosti povoljno djeluje na povećanje mliječnog potencijala, te je u navedeno istraživanju njegov sadržaj bio od 250 – 310 g/kg ST, dok je u našem istraživanju bio znatno viši i iznosio 420 g/kg ST škroba. S druge pak strane naša je silažna masa imala više NDV-a oko 620 g/kg ST, dok se silažna masa Kunga i sur. (2008) imala 400-440g, što je pokazatelj silažne mase niže kvalitete jer je iz literature poznato da je viši sadržaj NDV-a u negativnoj korelaciji sa potencijalnom proizvodnjom mlijeka (izračunatom MILK metodom).

Osim izračunatog potencijala za proizvodnju mlijeka po kg silažne mase izračunali smo i potencijalnu proizvodnju po jedinici (ha) površine pod navedenom kulturom. Dobiveni rezultati statistički nam se razlikuju obzirom na stadij zrelosti kukuruza i možemo zaključiti da se s zrenjem kukuruza povećava njegov potencijal za proizvodnju mlijeka dobiven na jednom ha. Rezultati koje smo dobili iznose u prosjeku 17.320 kg mlijeka /ha za raniju sjetvu, odnosno 18.100 kg /ha za kasnije sijani kukuruz. Što se pak zrelosti kukuruza tiče, tu nam je proizvodnja u kasnijoj sjetvi rasla s 16.300 na 19.770 kg mlijeka/ ha. Dobiveni rezultati komparativni su s literaturnim podacima, te su čak i viši u odnosu na neke kombinacije sjetve i utjecaja sušne godine nego u istraživanju koje je provela Balaš (2011) i koji su se značajno razlikovali zbog niskih prinosa silažne mase.

Uspoređujući silažnu masu kukuruza različite sjetve i stadija zrenja očekivali smo osim u kemijskom sastavu određene promjene i u količini potencijalno proizvedenog mlijeka. Budući da su dobivene spomenute promjene potencijalne proizvodnje mlijeka /ha površine obzirom na zrenje i starenje biljke kukuruza, možemo zaključiti da je silažna masa za spremanje silaže, relativno, stabilan sustav, kojeg se samo značajnim razlikama u kemijskom sastavu krmiva može značajnije promijeniti, te preko njegovih promjena utjecati i na promjene u proizvodnji mlijeka.

6. ZAKLJUČCI

Kemijski sastav, probavljivost, te energetska vrijednost dijelova i cijele biljke kukuruza nisu se značajno mijenjali za silažni kukuruz uzgojen u dva roka sjetve. Nasuprot tome, u kasnijim stadijima zrelosti zrna utvrđeno je značajno povećanje sadržaja lignina u svim dijelovima stabljike i oklasku, te selektivno povećanja sadržaja frakcija vlakana (SV, NDF, KDV i KDL) u većini dijelova biljke kukuruza, a posebice u stabljici i rukavcima, te oklasku i drški klipa. Sa zrenjem biljke došlo je do pada sadržaj pepela, SM i SB u plojkama gornjih i donjih listova, dok očekivane promjene frakcija vlakana nisu statistički značajne.

Utvrđeno je značajno smanjenje probavljivosti suhe tvari plojki i rukavaca gornjih listova, komušine i oklaska. Medutim, ovaj pad probavljivosti većine vegetativnih dijelova nije utjecao na probavljivost cijele biljke kukuruza zbog kompenzacijskog učinka povećanja sadržaja visokoprobavljivog zrna u biljci i škroba u zrnu.

Zrenjem biljke očekivano se povećao prinos cijele biljke kao posljedica povećanja masenog udjela i prinosa zrna. Unatoč povećanju masenog udjela zrna i nakupljanju škroba u zrnu, u kasnijim stadijima zrelosti zrna, nije utvrđeno povećanje energetske vrijednosti (NEL) jer je istovremeno došlo do povećanog sadržaja nerazgradljivog lignina u donjem dijelu stabljike.

Značajan porast potencijalne proizvodnje mlijeka po jedinici površine utvrđen je za silažni kukuruz u kasnijim stadijima zrelosti, ali ne kao posljedica promjene hranjivosti biljke već zbog povećanog prinosa cijele biljke kukuruza.

7. POPIS LITERATURE

1. AACC (1976). Approved Methods of the AACC: Method 76-11. American Assotiation of Cereal Chemist. St. Paul, MN.
2. Afuakwa, J.J., R.K. Crookston. 1984. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. Crop. Sci. 24:687-691
3. Ahmadi, M., W.J. Wiebold, J.E. Bauerlein, D.J. Eckert, J. Schoper. 1993. Agronomic practices that affect corn kernel characteristics. Agron. J. 85:615-619.
4. Akin, D. E. 1989. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. Agron. J. 81:17-25.
5. Albrecht, K. A., M. J. Martin, W. A. Russell, W. F. Wedin, and D. R. Buxton. 1986. Chemical and in vitro digestible dry matter composition of maize stalks after selection for stalk strength and stalk-rot resistance. Crop Sci. 26: 1051-1055.
6. Allen, M. S. , K. A. O'Neil, D. G. Main, and J. F. Beck. 1991. Relationships among yield and quality traits of com hybrids for silage. J. Dairy Sci. 74(Suppl. 1): 221.
7. Allen, M. S., D. G. Main, K. A. O'Neil and J. Beck. 1990. Variation in fiber fractions and in vitro true and cell wall digestibility of com silage hybrids. J. Dairy Sci. 73(Suppl. 1):129.
8. Allen, M. S., M. Oba, D. Storck, and J. F. Beck. 1997. Effect of brown midrib 3 gene on forage quality and yield. J. Dairy Sci. 80(Suppl. 1): 157.
9. Andrae, J. G., S. K. Duckett, C. W. Hunt, M. A. McGuire, G. T. Pritchard, and P. Feng. 1998. Effect of high oil com feeding on carcass traits, tendemess, and fatty acid composition of feedlot steers. J. Anim. Sci. 76(Suppl. 1):334.
10. Andréa J.G., Hunt C. W., Pritchard G. T., Kennington L. R., Harrison J. H., Kezar W., Mahanna W.(2001). Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. J. Dairy Sci. 79: 2268–2275
11. AOAC (1995). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. 16th Edition. Washington DC.
12. Argillier, O., Y. Barriere, and Y. Hebert. 1995a. Genetic variation and selection criterion for digestibility traits of forage maize. Euphytica. 82: 175-184.
13. Argillier, O., Y. Hebert, and Y. Beniere. 1995b. Relationships between biomass yield, grain production. lodging susceptibility and feeding value in silage maize. Maydica 40: 125-136.

14. Asghari, M., R.G. Hanson. 1984. Climate, management, and N effects on corn leaf N, yield and grain N. Agron. J. 76:911-916.
15. Babnik D., J. Verbič. 2004. The effect of texture, maturity and ensiling of maize grain on ruminal protein degradability. 55th Annual Meeting of the European Associaton for AnimalProduction,Bled,Slovenia,http://www.eaap.org/Previous_Annual_Meetings/2004 Bled/Sessions/Session_27.htm
16. Bal M.A., Coors J.G., Shaver R.D. (1997). Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. J. Dairy Sci. 80: 2497–2503.
17. Bal, M. A., J. G. Coors, and R. D. Shaver. 1998. Influence of com hybrid type and planting density on the nutritive value of whole plant corn silage in lactating dairy cows. ADSA/ASAS. Midwest Branch Suppl. (Abstn):83.
18. Balaš, S. 2011. Prinos i hranjiva vrijednost stabljike i zrna hibrida kukuruza u naknadnim rokovima sjetve. Doktorski rad, Sveučilište u zagrebu Agronomski fakultet
19. Barrierc, Y. and J. C. Emile. 1990. Silage com: Effect of grain content and genetic variability on milk yield of dairy cows. Agronomic. 10:201-212.
20. Bartle, S., M. McDonnell, T. Hoegemeyer, T. Klopfenstein, and B. Britton. 1984. Select com for grain yield and feed value. Beef Cattle Report. University of Nebraska. pp. 25-27.
21. Barton, F.E., E.A. Akin. 1977. Digestibility of delignified forage cell walls. J. Agric. Food Chem. 25:1299-1303.
22. Beever, D.E., F.L. Mould. 2000. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. *In* D.I Givens, E. Owen, R.F.E Axford, H.M. Omed (Eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. CABI Internatinal, Wallingdorf, UK, pp. 15-40.
23. Beauchemin, K. A., T. A. McAllister, Y. Dong, B. I. Farr, and K.-J. Cheng. 1994. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. J. Anim. Sci. 72:236-246.
24. Beck, S. D. and R. G. Dado. 1998a. Nutritional value of high lysine com or regular com as grain or silage for lactating Holstcins. ADSA/ASAS. Midwest Branch Suppl. (Abstr.):84.
25. Blasel H.M., Hoffman P.C., Shaver R.D. (2006). Degree of starch access: An enzymatic method to determine starch degradation potential of corn grain and corn silage. Anim. Feed Sci. Tech. 128: 96-107

26. Bossen, D., D.R. Mertens, M.R. Weisbjerg. 2008. Influence of fermentation methods on neutral detergent fiber degradation parameters. J. Dairy Sci. 91:1464-1476.
27. Boyer, C.D., J.C. Shannon, D.L. Garwood, R.G. Creech. 1976. Changes in starch granule size and amylose percentage during kernel development in several Zea mays genotypes. Cereal. Chem. 53:327-337.
28. Bryant, H.T, R.E. Blaser, R.C. Hammes, J.T. Huber. 1966. Evluation of Corn silage Harvested at two stages of maturity. J. Dariy Sci. 58:253-255.
29. Buck, G. R., W. G. Merrill, C. E. Coppock, and S. T. Slack. 1969. Effect of recutting and plant maturity on kcmel passage and feeding value of com silage. J. Dairy Sci. 52:1617-1623.
30. Bunting, E. S. 1975. The question of grain content and forage quality in maize: comparisons between isogenic fertile and sterile plants. J. Agric. Sci. 85:455-463.
31. Buxton, D.R., D.D. Redfearn. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. J. Nutr. 127: 814S-818S.
32. Caetano, H, de Oliveira, MD ; de Freitas, JE ; do Rego, AC , Renno, FP, de Carvalho, MV , 2011. Evaluation of corn cultivars harvested at two cutting heights for ensilage, vol.40, n.1, pp. 12-19.
33. Caitee, R. L., D. Y. Kim, M. J. Arambel, and W. R. Kohler. 1994. Effect of feeding com silage harvested at two maturities to growing heifers. J. Anim. Sci. 72(Suppl. 2):1 14,
34. Cardwell, V.B. 1982. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. Agron. J. 74:984-990.
35. Chemey, J. H. and D. J. R. Chemey. 1995. Relationships among forage quality parameters in com. 78(Suppl. 1):272.
36. Claasen, M. M., R.H. Shaw. 1970a. Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. Agron. J. 62:649-652.
37. Claasen, M.M., R.H. Shaw. 1970b. Water deficit effects on corn. II. Grain components. Agron. J. 62:652-655.
38. Clark P. W., Kelm S., Endress M. I. (2002). Effect of feeding a corn hybrid selected for leafinessas silage or grain to lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 85: 607–612
39. Commuri, P.D., R.J. Jones. 1999. Ultrastructural characterization of maize (*Zea Mays L.*) kernels exposed to high temperature during endosperm cell division. Plant, Cell and Environ. 22:375-385.

40. Coors J.G. (1996). Findings of the Wisconsin corn silage consortium. In: Proceedings of Cornell Nutrition Conference and Feed Manufacture, Rochester, NY, Cornell University Ithaca, NY, 20-28.
41. Coors, J. G., K. A. Albrecht, and E. J. Bures. 1997. Ear—fill effects on yield and quality of silage com. Crop Sci. 37:243-247.
42. Corona, L., F.N. Owens, R.A. Zinn. 2006. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. J. Anim. Sci. 84:3020-3031.
43. Correa, C.E.S., R.D. Shaver, M.N. Pereira, J.G. Lauer, K. Kohn. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. J. Dary Sci. 85:3008-3012.
44. Crookston R.K., Kurle J.E. (1988). Using the kernal milkline to determine when to harvest corn for silage. J. Prod. Agric. 1: 293-295.
45. Davis, W. E. P. and D. M. Bowden. 1969. Effect of growth stage at harvest on the nutritive value of a grain com grown for silage. Can. J. Plant Sci. 49:361-370.
46. Darby, H.M.,J.G. Lauer. 2002a. Planting date and hybrid influence on corn forage yield and quality. Agron. J. 94:281-289.
47. Darby, H.M., J.G Lauer. 2002b. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality and preservation. Agron. J. 94:559-566.
48. Daynard, T. B. and R. B. Hunter. 1975. Relationships among whole—plant moisture. grain moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant com silage. Can. J. Plant Sci. 55:77-84.
49. De Boever J.J., Cottyn E.G., De Brabander D.L, Vanacker J.M., BoucqueCh.V. (1999). Equations to predict digestibility and energy value of grass silages, maize silages, grass hays, compound feeds and raw materials for cattle. Nut. Abstr. Rev. 69 (11): 835-850.
50. DeBoever, J. L., D. L. deBrabander, A. M. deSmet, J. A. Vanacker, and C. V. Boucque. 1993. Evaluation of physical structure. 2. Maize Silage. J. Dairy Sci. 76: 1624.
51. Deinum B. (1988). Genetic and Enviromental variation in quality of forage maize in Europe. Neth. J. Agric. Sci. 36:400
52. Dhillon. B. S., Chr. Paul, E. Zimmer, P. A. Gurrath, D. Klein, and W. G. Pollmer. 1990. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. Crop Sci. 30:931-936.
53. DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, 1997): DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag. Frankfurt/Main, Germany.

54. Dombrink-Kurtzman, M. A. and J. A. Beitz. 1993. Zein compostion in hard and soft endosperm of maize. Cereal Chem. 70(1):105—lO8.
55. DZS, Državni zavod za statistiku – Republika Hrvatska, 2007. Statistički ljetopis 2007. 38-58.
56. Ettle, T., F.J. Schwarz. (2003) Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. Anim. Res. 52 (2003) 337–349
57. Fabijanac, D., B. Varga, Z. Svečnjak, D. Grbeša. 2006. Grain quality and quality of semiflint maize hybrids at two sowing dates. Agriculturae Conspectus Scientificus 71:45-50.
58. Ferreira G., D.R. Metrens. 2005. Chemical and Physical Characteristics of Corn Silages and Their Effects on In Vitro Disappearance. Journal of Dairy Science Vol. 88, No. 12.
59. Flachowsky G., Peyker W., Schneider A., Henkel K. (1993). Fibre analyses and in sacco degradability of plant fractions of two corn varieties harvested at various times. Anim. Feed Sci. Technol. 43: 41-50
60. Fischer, R.A., G.O. Edmeades. 2010. Breeding and cereal yield progress. Crop. Sci. 50:85-98.
61. France, J., J. Dijkstra. 2005. Volatile fatty acid production. *In* J. Dijkstra, J.M. Forbes and J. France (Eds.) Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. CABI International, Wallingford, UK pp. 157-175.
62. Frey, T.J., J.G. Coors, R.D. Shaver, J.G. Lauer, D.T. Eilert, P.J. Flannery. 2004. Selection for silage quality in the Wisconsin quality synthetic and related maize populations. Crop. Sci. 44:1200-1208.
63. Genter, C.F., G.D. Jones. 1970. Planting date and growing season effects and interactions on growth and yield of maize. Agron. J. 62:760–761
64. Giardini A, F. Gaspari, M. Vecchiettini, P. Schenoni, (1976) Effect of maize silage harvest stage on yield, plant compozition and fermentation losses. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 1, 2-3: 313-326
65. Gilmore, E.C. E., S.J. Rogers, 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agron. *J. 50*, 611-615.
66. Goering, H.K, Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handb. 379. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
67. Gotlin, J., A. Pucarić. 1980. Izbori hibrida za namjensko korištenje. Poljoprivredne akutalnosti 16:107-110.

68. Gordon, C.H., J.C. Derbyshire, P.J. Van Soest. 1968. Normal and late harvesting of corn for silage. J. Dairy Sci. 51:1258-1263.
69. Grant R.F., B.S. Jackson, J.R. Kiniry, G.F. Arkin.1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agron. J. 81:61-65.
70. Grant, R.J., D.R. Mertens. 1992. Impact of in vitro fermentation techniques upon kinetics of fiber digestion. J. Dairy Sci. 75:1263-1272.
71. Graybill, J.S., W.J. Cox, D.J. Otis. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. Agron. J. 83:559-564.
72. Harrison, J. H., L. Johnson , R. Riley, S. Xu, K. Loney, C. W. Hunt, and D. Sapienza. ·1996. Effect of harvest maturity of whole plant com silage on milk production and component yield, and passage of corn grain and starch into feces. J. Dairy Sci. 79(Suppl. 1):149.
73. Hegyi, Z., I. Pok, T. Berzy, J. Pinter, L.C. Marton.2008. Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different FAO maturity groups. Acta Agron. Hung. 56(2) 161-167.
74. Hemken, R. W., N. A. Clark, H. K. Goering, and J. H. Vandersall. 1971. Nutritive value of com silage as influenced by grain content. J. Dairy Sci. 54:383-389.
75. Henrique, W.; Peres, R.M.; Viana, J.L. 1994. Avaliação de três híbridos de milho para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.,1994, Maringá. Anais... Maringá: SBZ,. p.343.
76. Herrera-Saldana, R. E., J. T. Huber, and M. H. Poore. 1990. Dry matter, crude protein, and starch degradability of tive cereal grains. J. Dairy Sci. 73:2386-2393.
77. Hintz, R. W. 1995 (Suppl. 1). Relationship of chemical composition to in vitro true digestibility of maize hybrids. J. Dairy Sci. 78:271.
78. Holden L.A. (1999). Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. J. Dairy Sci. 82: 1791-1794
79. Hopper T.H. (1925). Composition and maturity of corn. North Dakota Agr. Exp. Sta., 192.
80. HRN ISO 6492:2001, Stočna hrana – Određivanje udjela masti. Hrvatska norma. HZM, Zagreb
81. HRN ISO 6496:2001, Stočna hrana – Određivanje vode i udjela drugih hlapljivih tvari. Hrvatska norma, HZM, Zagreb

82. HRN ISO 6498:2001, Stočna hrana – Priprema uzorka za ispitivanje. Hrvatska norma, HZM, Zagreb

83. HRN ISO 5984:2004, Stočna hrana - Određivanje pepela. Hrvatska norma, HZM, Zagreb

84. HRN ISO 5983-2:2010, Stočna hrana – Određivanje količine dušika I izračunavanje količine sirovih proteina – 2. dio: Razaranje u bliku7metoda destilacije parom. Hrvatska norma, HZM, Zagreb

85. Huber, J. T., G. C. Graf, and R. W. Engel. 1965. Effect of maturity on nutritive value of com silage for lactating cows. J. Dairy Sci. 48:1 121-1123.

86. Hu, Q., G. Buyanovsky. 2003. Climate effects on corn yield in Missouri. J. Applied Meteorology. 42:1626-1635.

87. Hunt, C. W., W. Kezar and R. Vinande. 1989. Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of com whole plant, ear, and stover as affected by maturity. J . Prod. Agric. 4:357-361.

88. Hunt, C. W., W. Kezar, and R. Vinande. 1992. Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of com whole plant, ear, and stover as affected by hybrid. J. Prod. Agric. 5:286-290.

89. Hunt, C. W., W. Kezar, D. D. Hinman, J. J. Combs, J. A. Loesche, and T. Moen. 1993. Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant com. J. Anim. Sci. 71:38-43.

90. Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants:from basic to the bunk. J. Anim. Sci. 75:852-867

91. INRA (2010) Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des aminaux-Valeurs des alimes; INRA – Quae editions, Edit. Jacques Agabriel, Clermont-Ferrand-Theix Research Centre, France

92. Johnson L., Harrison J.H., Hunt C., Shinners K., Doggett C.G., Sapienza D., (1999). Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. J. Dairy Sci. 82: 2813-2825

93. Johnson, L. M., J. Harrison, K. A. Loney, D. Bengen, R. Bengen, W. C. Mahanna, D. Sapienza, W. Kezar, C. Hunt, T. Sawyer, and M. Bieber. 1996. Effect of processing of com silage prior to ensiling on milk production, component yield, and passage of com grain into manure. J. Dairy Sci. 79 (Suppl. 1): 149.

94. Johnson, R. R. and K. E. McClure. 1968. Com plant maturity IV. Effects on digestibility of com silage in sheep. J. Anim. Sci. 27:535-540.

95. Jones, J., S. Ouattar, R. K. Crookston. 1984. Thermal environment during endosperm cell division and grain filling in maize: effects on kernel growth and development in vitro. Crop. Sci. 24: 133-137.

96. Jones, R.J., J.A. Roessler, S. Ouattar. 1985. Thermal environment during endosperm cell division in maize: Effects on number of endosperm cells and starch granules. Crop Sci. 25:830–834.

97. Jung, H.G., G.C. Fahey. 1983. Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: A review. J. Anim. Sci. 57:206-219.

98. Jung, H.G., M.S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. J. Anim. Sci. 73:2774-2790.

99. Jurgens, S.K., R.R. Johnson, J.S. Boyer. 1978. Dry matter production and translocation in maize subjected to drought during grain filling. Agron. J. 70:678-681.

100. Kotarski, S. F., R. D. Waniska, and K. K. Thum. 1992. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. J. Nutr. 122:178-190.

101. Köppen, W. 1918. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf Petermanns Geographische Mitteilungen, 64, 193-203.

102. Kruse S., Herrmann A., Kornhern A., Taube F. 2007. Evaluation of genotip and environmental variation in fiber content of silage maize using a model-assisted approach. Europ. J. Agronomy, (u tisku).

103. Kruse, S., A. Herrmann, A. Kornher, F. Taube. 2008. Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach Eur. J. Agron. 28:210-223

104. Kucharik, C.J., S.P. Serbin. 2008. Impacts of recent climate change on Wisconsin corn and soybean yield trends. Environ. Res. Lett. 3:034003 doi:10.1088/1748-9326/3/3/034003

105. Kuehn, C. S., J. G. Linn, D. G. Johnson, and H. G. Jung. 1998. The effect of diets containing diverse com silage hybrid types on diet digestibility and chewing activity of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81(Suppl. 1):200.

106. Kuehn, C. S., J. G. Linn, D. G. Johnson, H. G. Jung, and M. I. Endres. 1998. Effect of feeding com silage hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cows. ADSA/ASAS. Midwest Branch Suppl. (Abstr.):84.

107. Kuehn, C. S., J. G. Linn, S. K. Halland, and H. G. Jung. 1996 (Suppl. 1). Quality measure in com silage samples taken from two growing seasons. J. Dairy Sci. 79:150.

108. LaCount, D. W., J. K. Drackley, T. M. Cicela, and J. H. Clark. 1995. High oil com as silage or grain for dairy cows during and entire lactation. J. Dairy Sci. 78:1745- 1754.

109. Lauer, J.G., J.G. Coors, P.J. Flannery. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. Crop. Sci. 41:1449-1455.

110. Leask, W. C. and T. B. Daynard. 1973. Dry matter yield, in vitro digestibility, percent protein, and moisture of com stover following grain maturity. Can. J. Plant Sci. 53:515-522.

111. Lewis, A.L., W.J. Cox, J.H. Cherney. 2004. Hybrid, maturity and cutting height interactions on corn forage yield and quality. Agron. J. 96:267-274.

112. Lundvall, J. P., D. R. Buxton, A. R. Hallauer, and J. R. George. 1994. Forage quality variation among maize inbreds: in vitro digestibility and cell-wall components. Crop Sci. 34(6):1672-1678.

113. Marten, G. C. and P. M. Westerberg. 1972. Maize fodder - Infiuence of barrenness on yield and quality. Crop Sci. 12:367-369.

114. Marten, G. C., R. D. Goodrich, A. R. Schmid, J. C. Meiske, R. M. Jordan, and J. G. Linn. 1975. Evaluation of laboratory methods for determining quality of com and sorghum silages: H. Chemical methods for predicting in vivo digestibility. Agron. J. 67:247-251.

115. Marvin, H. J. P., C. F. Krechting, C. F. E. N. van Loo, C. H. A. Snijders. and O. Dolstra. 1995. Relationship between stalk cell wall digestibility and libre composition in maize. J. Sci. Food Agric. 69(2):215-221.

116. Masoero F., Rossi F., Pulimeno AM. (2006). Chemical composition and in vitro digestibility of stalk, leaves and cob of four corn hybrids at different phenological stages. Ital. J. Anim. Sci. 5: 215-227

117. Masoero F., A. Gallo, C. Zanfi, G. Giuberti, M. Spanghero. 2011. Effect of nitrogen fertilization on chemical composition and rumen fermentation of different parts of plants of three corn hybrids. Anim. Feed. Sci. Tech. 164:207-216.

118. McAllister, T. A., L. M. Rode, D. J. Major, K. J. Cheng, and J. G. Buchanan—Smith. 1990. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. Can. J. Anim. Sci. 70:571-579.

119. Mgheni D M, Ndemanisho E E, Hvelplund T and Weisbjerg M R. 2001. Evaluation of the feeding value of two tropical cereal straws, maize stover, rice straw and their

botanical fractions by nylon and mobile bag technique. African Journal of Science and Technology (AJST). Science and Engineering Series 2 (1): 65-71

120. Moe, A. J., and S. B. Carr. 1985. Laboratory assays and near-infrared reflectance spectroscopy for estimates of feeding value of com silage. J. Dairy Sci. 68:2220- 2226.

121. National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6"‘ rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

122. Neylon J. M., Kung L. Jr. (2003). Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. J. Dairy Sci. 86: 2163-2169

123. Nielsen, R.L., P.R. Thomison, G.A. Brown, A.L. Halter, J. Wells, K.L. Wuethrich. 2002. Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dent corn. Agron. J. 94:549-558.

124. Nocek, J. E. and J. B. Russell. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. J. Dairy Sci. 71:2070-2107.

125. Oba, M., and M. S. Allen. 1997. Effect of NDF digestibility of com silage on DMI and milk production of high producing dairy cows. J. Dairy Sci. 80 (Suppl. 1):157.

126. Oba, M., and M. S. Allen. 1998. The effects of enhanced NDF digestibility of corn silage on DMI and milk yield of high producing cows fed two levels of dietary NDF. J. Dairy Sci. 81 (Suppl. 1):93.

127. Oba M., Allen M.S. (1999). Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 82: 135–142.

128. Orskov, E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. J. Anim. Sci. 63: 1624-1633.

129. Owen F.G. (1969). Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage. J. Dairy Sci. 50: 404-416.

130. Philippeau C., Michalet-Doleau B. (1998). Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. J. Dairy Sci. 81: 2178-2184

131. Philippeau, C., and B. Michalet-Doreau. 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on tate of ruminal starch degradation. Anim. Feed Sci. Tech. 68:25-35.

132. Phipps R.H., Sutton J.D., Jones B.A., Allen D., Fisher W. (1993). The effect of mixed forage diets on food intake and milk production of dairy cows. Animal Prod. 56: 424

133. Pereira, M.N, R. G. Von Pinho, R. G. da Silva Bruno, G.A. Celsetine. 2004. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 61: 358-363.

134. Pereira, O.D.; Obeid, J.A.; Gomide, J.A. et al. , 1993, Produtividade de uma variedade de milho (Zea mays L.) e de três variedades de sorgo (Sorghum bicolor L.) e o valor nutritivo de suas silagens . Revista Brasileira de Zootecnia, v.22, n.1, p.31-38

135. Perry, T.W., D.M. Caldwell, J.R. Reedal, C.B. Knodt. 1968. Stage of maturity of corn at time of harvest for silage and yield of digestible nutrients. J. Dairy Sci. 51:799-802.

136. Rooney, L. W. and R. L. Pflugfelder. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and com. J. Anim. Sci. 63:1607-1623.

137. Roth, L. D., T. Klopfenstein, T. Hoegemeyer, M. K. Nielsen, and S. J. Bartle. 1987. Relation of com grain yield to forage quality. J. Anim. Sci (Suppl. 1). 65: 143.

138. Russell, J.R. 1986. Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. Anim. Feed. Sci. Tech. 14:11-27.

139. SAS Institute (1999). Sas user˙s guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.

140. Shaver R., Lauer J., Coors J., Hoffman P. (2006). MILK2006 corn silage variety evaluation.http://www.wisc.edu/dysci/uwex/nutritn/spreadsheets/Milk2006cornsilagev1.xls.

141. Schwab, E.C., R.D. Shaver. 2001. Evaluation of corn silage nutritive value using MILK2000. p. 21-24 *In* Proc. Forage Prod. and Use Symp., 25th Wisconsin Forage Counc. Annu Meet., Eau Claire, WI. 21-22 Jan. 2001. Univ. of Wisconsin, Madison

142. Schwab, E.C., R.D. Shaver, J.G. Lauer, J.G. Coors. 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. Animal Feed Sci. Tech. 109:1-18

143. Sileshi, Z, Owen, E , Dhanoa, MS , Theodorou, MK. (1996) Prediction of in situ rumen dry matter disappearance of Ethiopian forages from an in vitro gas production technique using a pressure transducer, chemical analyses or in vitro digestibility. Animal Feed Sci. Tech. 61:73-87

144. Stockdale, C. R. and G. W. Beavis. 1994. Nutritional evaluation of whole plant maize ensiled at three chop lengths and fed to lactating dairy cows. Aust. J. of Exp. Agric. 34:709-716.

145. Struik, P. C. 1985. Digestibility of plant fractions from different genotypes and the predictability of quality of forage maize in northwest Europe. Neth. .1. Agric. Sci. 33:56-59.

146. Undersander D.J., W.T. Howard and R.D. Shaver. 1993. Milk per acre spreadsheet for combining forage yield and quality into a single term. J. Prod. Agric. 6:231-235.

147. Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis. B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583– 3597

148. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2"° ed. Comell Univ. Press. Ithaca, NY.

149. Vattikonda, M. R. and R. B. Hunter. 1983. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended com hybrids. Can. J. Plant Sci. 63:601·609.

150. Verbič J., Stekar J. M. A., Resnik-Cepom M. (1995). Rumen degradation characteristics and fiber composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. Anim. Feed Sci. Tech. 54: 133–148.

151. Tang S, Tan Z, Zhou C, Jiang H, Jiang Y and Sheng L 2006. A comparison of in vitro fermentation characteristics of different botanical fractions of mature maize stover. Journal of Animal and Feed Sciences 15, 505–515.

152. Tang S. X., Gan J., L. Sheng X.,. Tan Z. L, Tayo G. O., Sun Z. H, Wang M. and. Ren G. P (2008) Morphological fractions, chemical composition and in vitro fermentation characteristics of maize stover of five genotypes. Animal , 2:12, pp 1772–1779

153. Tilley J.M.A., R.A Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc., 18:104–111.104.

154. Thomas, E.D., P. Mandebvu, C.S. Ballard, S.J. Sniffen, M.P. Carter, J. Beck. 2001. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility and milk yield by dairy cows. J. Dariy Sci. 84:2217-2226.

155. Thompson, L.M. 1986. Climatic change, weather variability, and corn production. Agron. J. 78:649-653.

156. Thornton, J.H., R.D. Goodrich, J.C. Meiske. 1969. Corn maturity. I. Composition of corn grain of various maturities and test weights. J. Anim. Sci. 29:977-982.

157. Tolera A., Sundstol F. 1999. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. Anim. Feed Sci. Tech. 81: 1-16.

158. Tollenaar, M., L.M. Dwyer, D.W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. Crop Sci. 32:432–438.

159. Weaver, D.E., C.E. Coppock, G.B. Blake, R.W. Everett. 1978. Effect of maturation on composition and in vitro dry matter digestibility of corn plant parts. J. Dairy Sci. 61:1782-1788.

160. Wiersma, D.W., R.R. Carter, K.A. Albrecht, J.G. Coors. 1993. Kernel milk line stage and corn forage yield, quailty and dry matter content. J. Prod. Agric. 6:94-99.

161. Wilhelm E.P., R.E. Mullen, P.L. Keeling, G.W. Singletary. 1999. Heat stress during grain filling of maize: Effects on kernel growth and metabolism. Crop. Sci. 39:1733-1741.

162. Wolf, D. P., J. G. Coors, K. A. Albrecht, D. J . Undersander, and P. R. Carter. 1993a. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci. 33:1353—1359.

163. Wolf, D. P., J. G. Coors, K. A. Albrecht, D. J. Undersander, and P. R. Carter. 1993b. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci. 33:1359-1365.

164. Zebeli, Q., J. Djikstra, M. Tafaj, H. Steingass, B.N. Ametaj, W. Drochner. 2007. Modeling adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. J. Dairy Sci. 91:2046-2066.

165. Zuber M.S., G.E. Smith, C.W. Gehrke. 1954. Crude protein of corn grain and stover as influenced by different hybrids, plant populations, and nitrogen levels. *Agron J.* 46: 257-261.

166. Xu, S., J. H. Harrison, W. Kezar, N. Entrikin, K. A. Loney, and R. E. Riley. 1995. Evaluation of yield, quality, and plant composition of early-maturing com hybrids harvested at three stages of maturity. Prof. Anim. Sci. 1 1:157-165.

167. Yungblut D. (2003). Corn Silage and Whole Sunflowers – Energy from the prairie sun to your cows. Advances Dairy Tech. 15: 251-260

ŽIVOTOPIS AUTORA

Goran Kiš rođen je u Koprivnici 17.01.1972. Oženjen i otac dvojice sinova (8 i 6 godina). Osnovnu i srednju školu završio je u Koprivnici, nakon koje upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu koji završava 1997. g. Nakon završetka studija zapošljava se na Agronomskom fakultetu i od tada živi u Zagrebu, te 2003. upisuje poslijediplomski studij (Mr.Sc.) – Hranidba životinja (Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu). Asistent je na predmetima Osnove hranidbe životinja i Hranidba životinja, nosioca prof. dr. sc. Darka Grbeše, na Zavoda za hranidbu životinja, Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. U okviru nastavne djelatnosti na Zavodu bio je voditelji i član komisija nekoliko diplomskih i završnih radova. Aktivno govori engleski jezik, uz djelomično poznavanje njemačkog jezika. Kao autor ili koautor do danas je objavio oko 50 znanstvenih i isto toliko stručnih članaka u časopisima koji se bave problematikom proizvodnje i hranidbe životinja. Sudjelovao je na desetak znanstvenih skupova u zemlji i inozemstvu, te je svoju stručnu djelatnost zaokružio sudjelovanjem na desecima predavanja iz područja hranidbe životinja, prenoseći svoja iskustva stručnjacima, ali i farmerima, a sve s ciljem poboljšanja produktivnosti animalne proizvodnje u RH. Član je uređivačkog odbora "Mljekarskog lista", te redovito piše u časopisu "Ovčarsko kozarski list". Djelovao je kao suradnik na desetak znanstvenih i stručnih projekata MPRRR i MZOŠ RH vezanim uz problematiku uzgoja i hranidbe domaćih životinja. U vremenu od listopad do prosinac 1999 boravi na stručnom usavršavanju u ID TNO Diervoeding, Lelystad, Nizozemska gdje usavršuje Metodu proizvodnje plina u utvrđivanju dinamike fermentacija hrane za životinje. U lipnju 2000. g boravi na Institute National de la Recherche Agronomique (INRA), Rennes, Francuska kao dio tima u utvrđivanju balansa i potreba proteinskih krmiva u hranidbi životinja. Dobitnik je međunarodne stipendije Cochran Fellowship (USDA), te boravi od rujna do listopada 2004. – USDA u Washingtonu, DC, SAD i na PennState University, State College, Pennsilvania, SAD.