

# Utjecaj konsocijacije kukuruza s grahom na kakvoću i prinos krme

Influence of Intercropping Maize with Climbing Bean on Quality and Forage Yield

**Uher, D., Horvatić, I.**

**Poljoprivreda / Agriculture**

ISSN: 1848-8080 (Online)

ISSN: 1330-7142 (Print)

<https://doi.org/10.18047/poljo.29.2.1>



**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Poljoprivredni institut Osijek**

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Agricultural Institute Osijek

# UTJECAJ KONSOCIJACIJE KUKURUZA S GRAHOM NA KAKVOĆU I PRINOS KRME

Uher, D.<sup>(1)</sup>, Horvatić, I.<sup>(2)</sup>

Izvorni znanstveni članak

Original scientific paper

## SAŽETAK

*Kukuruzna silaža je visokoprinosna voluminozna krma bogata energijom, ali nedovoljnog udjela bjelančevina za visokoproizvodna grla stoke. Budući da mahunarke imaju nizak prinos suhe tvari, nizak prinos krme i ne zadovoljavajuće kvalitete često se koriste u konsocijaciji s žitaricama što pridonosi većem prinosu i boljoj kvaliteti krme nego u čistoj kulturi. U ovome istraživanju, kukuruz (*Zea mays* L.) i grah (*Phaseolus vulgaris* L.) su posijani u različitim gustoćama sjetve kako bi se utvrdio najbolji omjer u sustavu konsocijacije kukuruza i graha za ostvarivanje visokog prinosa i dobre hranidbene vrijednosti krme. Posijan je čisti usjev kukuruza (75000 zrna ha<sup>-1</sup>) i kukuruz u konsocijaciji sa visokim grahom: 75000 zrna ha<sup>-1</sup> kukuruza i 37000 zrna ha<sup>-1</sup> graha, 75000 zrna ha<sup>-1</sup> kukuruza i 50000 zrna ha<sup>-1</sup> graha te 75000 zrna ha<sup>-1</sup> kukuruza i 75000 zrna ha<sup>-1</sup> graha. Najveći prinos suhe tvari je utvrđen sa najvećim udjelom graha (19,0 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji prinos sa 75000 biljaka ha<sup>-1</sup> kukuruza i 37000 biljaka ha<sup>-1</sup> graha (17,2 t ha<sup>-1</sup>). Konsocijacija kukuruza i graha smanjila je udio neutralnih deterdžent vlakna, što bi moglo rezultirati povećanjem probavljivosti voluminozne krme. Na temelju hranidbene vrijednosti i prinosa krme možemo zaključiti da je konsocijacija s najvećim udjelom graha imala najveći prinos i najbolju hranidbenu vrijednost.*

**Ključne riječi:** konsocijacija, kukuruz, grah, hranidbena vrijednost, sirove bjelančevine, prinos

## UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je najvažnija ratarska, krmna i energetska kultura u Republici Hrvatskoj, koji se uzgaja na 288 000 ha za zrno i 25 000 ha za silažu (Državni zavod za Statistiku, 2022.). Međutim, čisti uzgoj kukuruza često je kritiziran zbog njegovih negativnih ekoloških učinaka, uključujući visok rizik od erozije te niske bioraznolikosti, što je uobičajena pojava u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji (Norris i sur., 2018.; Hufnagel i sur., 2020.). Osim toga, čisti uzgoj kukuruza je jako osjetljiva na ispiranje nitrata, posebice kod neodgovarajuće strategije gnojidbe koja dovodi do prekomjerne gnojidbe dušikom (Herrmann i sur., 2013.). Svaki od ovih nedostataka kod uzgoja kukuruza potencijalno se može riješiti tako da usjev kukuruza uzgajamo u konsocijaciji s drugim biljnim vrstama. Združeno uzgajanje usjeva promiče bioraznolikost, ne samo diverzifikacijom usjeva već i putem osiguranja staništa za razne kukce i organizme u tlu koji ne bi bili prisutni u okruženju kod uzgoja samo jednog usjeva (Norris i sur., 2018.; Hufnagel i sur., 2020.; Hüber i sur., 2022.). Združeni uzgoj kukuruza sa grahom može smanjiti

gnojdbu na mineralnom dušiku zbog simbiotskog odnosa graha s bakterijama iz roda *Rhizobium* jer tako grah može zadovoljiti i više od 60% dušika (N) putem biološke fiksacije dušika (Moreira i sur., 2017.). Također združeni usjevi kukuruza i mahunarki mogu povećati udio sirovih bjelančevina u suhoj tvari krme te prinos sirovih bjelančevina po hektaru, smanjujući potrebu za proteinskim dodacima u hranidbi stoke u usporedbi sa čistim usjevom kukuruza (Nurk i sur., 2017b; Horvatić i sur., 2018.; Uher i sur., 2019a; Uher i sur., 2019b; Horvatić i sur., 2020.).

Od 2011. godine združeni usjev kukuruza i graha istraživali su u Njemačkoj (Nurk i sur., 2017a; Nurk i sur., 2017b; Von Cossel i sur., 2017.; Starke i sur., 2018.; Fischer i sur., 2020.; Schulz i sur., 2020.; Andert i sur., 2021.; Jilg i sur. 2021.; Niehoff i sur. 2021.; Villwock i sur., 2021.). U tim istraživanjima su utvrđivani kako sorte graha, količina sjemena u sjetvi, datum sjetve graha, tehnike sjetve i mineralna gnojdba dušikom te metode

Prof. dr. sc. Darko Uher ([duher@agr.hr](mailto:duher@agr.hr)) – Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, (2) Ivan Horvatić, mag. ing. agr. – Božjakovina d.o.o., Božjakovečka 6, 10370 Dugo Selo, Hrvatska

kontrole korova utječu na povećanje prinosa po hektaru. Prinosi suhe tvari većinom su utvrđivani između združenih usjeva i čistog usjeva kukuruza, kako u konvencionalnom (Nurk i sur., 2017b; Von Cossel i sur., 2017.; Schulz i sur., 2020.) tako i u organskom uzgoju (Fischer i sur., 2020.). Prinosi sirovih bjelančevina s združenim usjevima bio je veći kada su postignuti dovoljno visoki prinosi graha u smjesi sa kukuruzom (Fischer i sur., 2020.). Druga istraživanja bila su usmjerena na upotrebu silaže od kukuruza i graha kao stočne hrane u hranidbi stoke na farmama zbog veće hranidbene vrijednosti smjese kukuruza i graha od čistog usjeva kukuruza zbog povećanog udjela sirovih bjelančevina koje daje grah (Fischer i sur., 2020.). Pokusi s hranidbom mliječnih krava su utvrdili da silaža od kukuruza i graha te čisti usjev kukuruzne silaže

mogu biti usporedivi u količini i kvaliteti proizvedenog mlijeka (Jilg i sur., 2021.). Cilj ovih istraživanja bio je utvrditi učinak gustoće sjetve graha u konsocijaciji sa kukuruzom na prinosi suhe tvari i kakvoću voluminozne krme te količinu proizvedenog mlijeka po hektaru u odnosu na čisti usjev kukuruza.

## MATERIJAL I METODE

Poljski pokusi provedeni su tijekom vegetacijske sezone u 2018. i 2019. godini na pokusnom polju u Oborovu (45°40'54"N, 16°15'12.5"E). U tablici 1 prikazani su meteorološki podaci za postaju Oborovo, a pretходni usjevi, datumi sjetve usjeva te kemijska analiza tla vidljiva je iz tablice 2.

**Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka i količina oborina tijekom 2018. i 2019. vegetacijske sezone**

Table 1. Mean monthly air temperatures and rainfall during the 2018 i 2019 growing season

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Prosjeak / Average	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Suma / Sum
Temperatura zraka (°C) / Air temperature (°C)								Oborine (mm) / Rainfall (mm)						
2018.	15,7	19,2	20,9	22,4	23,0	17,2	19,7	51,6	50,5	144,4	94,4	66,1	36,4	443,4
2019.	11,9	13,2	23,2	21,9	22,9	16,4	18,3	76,6	185,1	79,4	61,9	40,2	66,5	509,7

Tip tla na pokusnom polju na lokaciji Oborovo je bio psudoglej na zaravni. Na osnovici kemijske analize tla u osnovnoj i dopunskoj obradi tla ukupno u tlo je uneseno 200 kg ha<sup>-1</sup> N, 100 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 200 K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>. Obrada tla obavljena je oranjem na 30 cm dubine u jesen 2017. i 2018. godine. Predsjetvena priprema tla obavljena je sjetvospremačem u proljeće 2018. i 2019. godine. Sjeme kukuruza FAO grupe 500 hibrid „KWS Kolumbaris“ nabavljen je od sjemenske kuće „KWS“. Sorta „Anellino verde“ je srednje kasna, visoka sorta graha koja naraste

od 1,8 do 2 m visine te se može uzgajati u združenoj sjetvi sa kukuruzom. Kukuruz je bio posijan na zadani sklop hibrida od 75000 biljaka ha<sup>-1</sup> dok su sklopovi graha bili od 37000, 50000 i 75000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Tretmani u pokusa su bili slijedeći: SK - kukuruz (75000 biljaka ha<sup>-1</sup>), K+G<sub>1</sub> - kukuruz (75000 biljaka ha<sup>-1</sup>) + grah (37000 biljaka ha<sup>-1</sup>), K+G<sub>2</sub> - kukuruz (75000 biljaka ha<sup>-1</sup>) + grah (50000 biljaka ha<sup>-1</sup>) i K+G<sub>3</sub> - kukuruz (75000 biljaka ha<sup>-1</sup>) + grah (75000 biljaka ha<sup>-1</sup>).

**Tablica 2. Karakteristike eksperimentalne lokacije i datumi sjetve usjeva u pokusu**

Table 2. Characteristics of the experimental site and sowing dates of crops in experiment

	Godina istraživanja / Year of reserch	
	2018.	2019.
Predkultura / Preceding winter crop	Pšenica / Wheat	Ječam / Barley
Karakteristike tla / Soil parameters		
pH (M-KCl)	4,4	4,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g <sup>-1</sup> tla) / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g <sup>-1</sup> of soil)	4,9	4,6
K <sub>2</sub> O (mg 100 g <sup>-1</sup> tla) / K <sub>2</sub> O (mg 100 g <sup>-1</sup> of soil)	19,2	20,0
Humus (%) / Organic matter (%)	2,9	3,2
Ukupni dušik u % / Total nitrogen in %	0,16	0,17
Datum sjetve kukuruza i graha / Sowing date of maize and bean	8. svibnja / 8 May	5. svibnja / 5 May

Sjetva kukuruza i graha obavljena je u dva koraka zbog različite mase tisuću zrna kukuruza i graha, odnosno prvo je posijan kukuruz, a zatim po istim redovima posijan je i grah. Svi usjevi u pokusu su posijani u većoj gustoći sjetve, a zatim nakon nicanja usjeva su prorijeđeni na predviđenu gustoću sjetve. Kukuruz i grah posijani su početkom svibnja u 2018. i 2019. godini istraživanja (Tablica 2.). Razmak između redova za kukuruz i grah bio je 0,70 m, a dubina sjetve iznosila je 4-6 cm. Veličina pojedinačne parcele bila je 10 m dužine  $\times$  2,8 m širine za svaki tretman pokusa. Pokus je postavljen kao slučajni blokni raspored s četiri tretmana i četiri repeticije. Kemijsko suzbijanje korova obavljeno je u fazi prije nicanja usjeva kukuruza i graha herbicidom Wing P (djelatne tvari 212,5 g/l dimetenamid-p i 250 g/l pendimetalin) u dozi od 4 l ha<sup>-1</sup>. Usjevi su ručno požnjeveni kada je kukuruz dostigao fenološki stadij prema BBCH skali 83, a visoki grah 76 (Meier, 2001.). Dostavna vlaga uzoraka (g kg<sup>-1</sup> svježeg uzorka) je utvrđena sušenjem uzoraka u sušioniku s ventilatorom (ELE International) na temperaturi od 60 °C do konstantne mase uzoraka. Laboratorijska suha tvar je utvrđena sušenjem 5 grama uzorka na temperaturi od 105 °C kroz 4 sata (ISO 6496). Udio sirovih bjelančevina utvrđen je prema Kjeldahlu (AOAC, 2023.), udio neutralnih deterđent vlakna prema Van Soestu i sur. (1991.), a udio kalcija je analiziran atomskom apsorpcijskom spektrofotometrijom na uređaju Spectrophotometer 2010 Model M530 (SAD). Na temelju izračunatog udjela sirovih bjelančevina u suhoj tvari kukuruza i graha izvršena je procjena realne proizvodnje mlijeka u kg po hektaru. Izračun za količinu proizvedenog mlijeka u kg po hektaru je napravljen po DLG (1997.) sustavu za produktivne potrebe muznih krava za 1 kg mlijeka s 3,4% bjelančevina za što je potrebno obrokom u hranidbi unižeti 86 g sirovih bjelančevina (Tablica 3). Na rezultatima analitičkih istraživanja praćenih pokazatelja provedena je statistička obrada primjenom statističkoga programa SAS Version 9.4 (SAS Inst. Inc., 2013.). Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost korištenjem LSD vrijednosti, ukoliko je F-test bio signifikantan  $p < 0,05$ .

## REZULTATI I RASPRAVA

Prinosi suhe tvari (Tablica 3.) bile su statistički značajne ( $p < 0,05$ ) po godinama i interakciji godina x

tretman dok nije bilo značajnih statističkih razlika u prosjeku između tretmana. Prinosi suhe tvari kretali su se u rasponu od 20,2 t ha<sup>-1</sup> tretman (K+G<sub>3</sub>) do 18,1 t ha<sup>-1</sup> tretman (K+G<sub>1</sub>) u 2018. godini. U slijedećoj vegetacijskoj sezoni u 2019. godini, prinos suhe tvari kretao se od 17,8 t ha<sup>-1</sup> tretman (K+G<sub>3</sub>) do 16,2 t ha<sup>-1</sup> tretman (K+G<sub>1</sub>). Prinosi suhe tvari kukuruza i graha bili su veći u 2018. u odnosu na 2019. godinu istraživanja. U vegetacijskoj sezoni 2018. godine utvrđeni su povoljniji uvjeti (srednja mjesečna temperature zraka i količina oborina) za rast kukuruza i graha u odnosu na vegetacijsku sezonu u 2019. godini što se odrazilo i na povećanje prinosa suhe tvari kukuruza i konsocijacije kukuruza sa graham. Prema dobivenim rezultatima, kada je grah posijan u većoj gustoći sjetve u konsocijaciji sa kukuruzom, povećao se i prinos suhe tvari po jedinici površine (ha). Jedno od mogućih objašnjenja za veće prinose suhe tvari konsocijacije je njihova sposobnost iskorištavanja različitih slojeva tla bez međusobne konkurencije. U ovom istraživanju utvrđeno je da je prinos sirovih bjelančevina u tretmanima (K+G<sub>2</sub> i K+G<sub>3</sub>) bio značajno ( $p < 0,05$ ) veći u odnosu na čisti usjev kukuruza (SK) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (Tablica 3.). Tretman (K+G<sub>3</sub>) ostvario je najveći prinos sirovih bjelančevina (2,08 t ha<sup>-1</sup>) u 2018. i 1,94 t ha<sup>-1</sup> u 2019. u usporedbi s ostalim tretmanima u pokusu (Tablica 3.). Grah u konsocijaciji sa kukuruzom može postići zadovoljavajući prinos suhe tvari te veći prinos sirovih bjelančevina po hektaru u odnosu na čisti usjev kukuruza (Uher i sur., 2019a; Fischer i sur., 2020.; Horvatić i sur., 2020.). Nurk i sur. (2017b) su proveli terenska istraživanja u 2014. i 2015. godini s kasno sazrijevaćim i visokorodnim kultivarom visokog graha „Anellino verde” u usjevu sa stabilnim i konkurentnim hibridom kukuruza FAO 250 „Fernandez”. Utvrdili su da konsocijacija s gustoćom sjetve od 75000 biljaka kukuruza i 50000 ili 75000 biljaka visokog graha po hektaru u ranim rokovima sjetve može proizvesti usporedivi prinos suhe tvari čistog kukuruza od 100000 biljaka ha<sup>-1</sup>, dok se postiže udio graha od 20-30% u smjesi. U ovom istraživanju također je utvrđeno da je količina proizvedenog mlijeka u kg po hektaru u tretmanima (K+G<sub>2</sub> i K+G<sub>3</sub>) bila značajno ( $p < 0,05$ ) veća u odnosu na čisti usjev kukuruza (SK) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (Tablica 3.).

**Tablica 3. Prinos suhe tvari i sirovih bjelančevina (t ha<sup>-1</sup>) te količina proizvedenog mlijeka u kg ha<sup>-1</sup>**

Table 3. Yield of dry matter and yield of crude proteins (t ha<sup>-1</sup>) and amount of milk produced in kg ha<sup>-1</sup>

Tretmani / Treatments	Prinos suhe tvari u t ha <sup>-1</sup> / Yield of dry matter in t ha <sup>-1</sup>			Prinos sirovih bjelančevina u t ha <sup>-1</sup> / Yield of crude proteins in t ha <sup>-1</sup>			kg mlijeka ha <sup>-1</sup> / kg milk ha <sup>-1</sup>		
	2018.	2019.	Prosjeak / Mean	2018.	2019.	Prosjeak / Mean	2018.	2019.	Prosjeak / Mean
SK	19,4ab	17,1ab	18,3	1,51c	1,27d	1,39c	17558c	14767d	16163c
K+G <sub>1</sub>	18,1b	16,2b	17,2	1,52c	1,49c	1,51c	17674c	17326c	17500c
K+G <sub>2</sub>	18,9ab	16,7ab	17,8	1,80b	1,69b	1,75b	20930b	19651b	20291b
K+G <sub>3</sub>	20,2a	17,8a	19,0	2,08a	1,94a	2,01a	24186a	22558a	23372a
Prosjeak / Mean	19,2a	17,0b		1,73a	1,60b		20087a	18576b	

Različita slova u stupcu označavaju značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) /

Different letters in the column indicate a significant difference ( $p < 0.05$ )

Sirove bjelančevine su vrlo važne u stočnoj hrani, a poželjna je silaža koja sadrži više sirovih bjelančevina u suhoj tvari voluminozne krme. U ovom istraživanju utvrđeno je da je udio sirovih bjelančevina u tretmanima (K+G<sub>1</sub>, K+G<sub>2</sub> i K+G<sub>3</sub>) bio značajno ( $p < 0,05$ ) veći u odnosu na čisti usjev kukuruza (SK) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (Tablica 4.). Prema dobivenim rezultatima istraživanja, kada je grah posijan u većoj gustoći sjetve u konsocijaciji sa kukuruzom, povećao se i udio sirovih bjelančevina u suhoj tvari voluminozne krme. Rezultati ovih istraživanja su u skladu s istraživanjima u kojima su mahunarke također povećale udio sirovih bjelančevina

u konsocijaciji kukuruza s visokim grahom (Nurk i sur., 2017b; Uher i sur., 2019a; Fischer i sur., 2020.; Horvatić i sur., 2020.; Villwock i sur., 2022.) i vignom (Horvatić i sur., 2018.; Uher i sur., 2019b). Polazeći od pretpostavke da se u standardno komponiranim obrocima mliječnih krava sirovim bjelančevinama silaže kukuruza podmiruje i do 40% ukupnih potreba (Grbeša, 2016.) to će za proizvođače silaže biti neophodno kako u proizvodnji, tako i u pripremi silaže kukuruza primjenjivati bolja tehnološka rješenja s ciljem povećanja udjela sirovih bjelančevina u suhoj tvari krme.

**Tablica 4. Udio sirovih bjelančevina, neutralnih deterdžent vlakana i kalcija g kg<sup>-1</sup> suhe tvari**

Table 4. Content of crude protein and content of neutral detergent fiber and calcium g kg<sup>-1</sup> dry matter

Tretmani / Treatments	Sirove bjelančevine u g kg <sup>-1</sup> suhe tvari / Crude protein in g kg <sup>-1</sup> dry matter			Neutralna deterdžent vlakna u g kg <sup>-1</sup> suhe tvari / Neutral detergent fiber in g kg <sup>-1</sup> dry matter			Kalcij u g kg <sup>-1</sup> suhe tvari / Calcium in g kg <sup>-1</sup> dry matter		
	2018.	2019.	Prosjeck / Mean	2018.	2019.	Prosjeck / Mean	2018.	2019.	Prosjeck / Mean
SK	78d	74d	76d	373a	391a	382a	2,4d	2,0d	2,2d
K+G <sub>1</sub>	84c	92c	88c	353b	378b	366b	2,6c	2,2c	2,4c
K+G <sub>2</sub>	95b	101b	98b	342b	361c	352b	2,9b	2,5b	2,7b
K+G <sub>3</sub>	103a	109a	106a	327c	349d	338c	3,4a	2,8a	3,1a
Prosjeck / Mean	90N.S.	94N.S.		349b	370a		2,83a	2,38b	

Različita slova u stupcu označavaju značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) /

Different letters in the column indicate a significant difference ( $p < 0,05$ )

Stočna hrana proizvedena u konsocijaciji kukuruza i graha važna je ne samo zbog povećanja udjela sirovih bjelančevina, već i zbog smanjenja udjela sirovih vlakana i neutralnih deterdžent vlakana. Iz tog razloga, najbolja opcija u konsocijaciji kukuruza i graha je upotreba genotipova i kultivara visokog graha koji osiguravaju voluminoznu krmu s većim udjelom mahuna kod graha u vrijeme korištenja usjeva za silažu. Također, udio neutralnih deterdžent vlakana povezana je s stupnjem zrelosti biljnih vrsta zbog sadržaja komponenti stanične stijenke, uglavnom celuloze, hemiceluloze i lignina (Mugweni i sur., 2000.). U ovim istraživanjima utvrđeno je da je udio neutralnih deterdžent vlakana kod tretmana (K+G<sub>1</sub>, K+G<sub>2</sub> i K+G<sub>3</sub>) bio značajno ( $p < 0,05$ ) niži u odnosu na čisti usjev kukuruza (Tablica 4.). Prema dobivenim rezultatima istraživanja, kada je grah posijan u većoj gustoći sjetve u konsocijaciji sa kukuruzom, smanjio se udio neutralnih deterdžent vlakana u smjesi u odnosu na čisti usjev kukuruza (SK). U 2019. godini istraživanja udio neutralnih deterdžent vlakana značajno je porastao zbog manjka vlage i visokih temperatura u vegetaciji što znači da je te godine bio vrlo visok utjecaj okoline na rast i razvoj kukuruza i graha. Naša istraživanja su u skladu sa istraživanjima Nurk i sur., (2017b) koji je također utvrdio da je udio neutralnih deterdžent vlakana kod kukuruza bio veći nego kod čistog usjeva graha. Budakli Carpici i Celik (2014.) utvrdili su u svojim istraživanjima da pod sličnim uvjetima rasta mahunarke imaju niži udio neutralnih deterdžent vlakana, dok žitarice imaju veći udio što

je u skladu s ovim istraživanjima. Hranidbena vrijednost komponenti stanične stijenke smanjuje se starenjem biljke, a koja je povezana s povećanim udjelom lignina u suhoj tvari krmiva (Zhao i sur., 2012.). Budući da se manje količine vlaknastih komponenti koriste za bolju probavu kod preživača, konsocijacija visokog graha sa kukuruzom pokazala se boljim tretmanom od tretmana sa čistim usjevom kukuruza (SK) u pogledu udjela neutralnih deterdžent vlakana u suhoj tvari krmiva. U ovim istraživanjima udio kalcija kod tretmana (K+G<sub>1</sub>, K+G<sub>2</sub> i K+G<sub>3</sub>) bio je značajno ( $p < 0,05$ ) veći u odnosu na čisti usjev kukuruza (Tablica 4.). Prema dobivenim rezultatima istraživanja, kada je grah posijan u većoj gustoći sjetve u konsocijaciji sa kukuruzom, porastao je udio kalcija u suhoj tvari voluminozne krme u odnosu na čisti usjev kukuruza (SK).

## ZAKLJUČAK

Konsocijacija kukuruza sa grahom značajno ( $p < 0,05$ ) je povećala udio sirovih bjelančevina i kalcija te smanjila udio neutralnih deterdžent vlakana u voluminoznoj krmi u odnosu na tretman sa samim kukuruzom (SK). Tretman K+G<sub>3</sub> (75000 biljaka ha<sup>-1</sup> kukuruza i 75000 biljaka ha<sup>-1</sup> graha) imao je značajno ( $p < 0,05$ ) veći prinos sirovih bjelančevina i više proizvedenog mlijeka u kg po hektaru te veći udio sirovih bjelančevina i kalcija u suhoj tvari voluminozne krme u odnosu na tretman sa samim kukuruzom (SK).

**LITERATURA**

1. Andert, S. (2021). The Method and Timing of Weed Control Affect the Productivity of Intercropped Maize (*Zea mays* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture*, 11(15), 380. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050380>
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2023). Official Methods of Analysis of AOAC International. 22th Edition, Washington DC.
3. Budakli Carpici, E. & Celik, N. (2014). Forage yield and quality of common vetch mixtures with triticale and annual ryegrass. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1), 66-69. <https://doi.org/10.17557/tjfc.18929>
4. Državni zavod za Statistiku (2022). *Poljoprivreda, Biljna proizvodnja, Priopćenje 1*, Zagreb. <https://doi.org/podaci.dzs.hr/media/wqyh5mo2/polj-2022-2-6-povr%C5%A1ina-i-proizvodnja-%C5%BEitarica-i-ostalnih-usjeva-u-2022-podaci.pdf>
5. DLG-Futterwerttabellen (1997). *Wiederkäuer*, (7 edition), DLG-Verlags, Frankfurt am Main, Germany.
6. Fischer, J., Böhm, H. & Heß, J. (2020). Maize-bean intercropping yields in Northern Germany are comparable to those of pure silage maize. *European Journal of Agronomy*, 112, 125947. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125947>
7. Grbeša, D. (2016). *Hranidbena vrijednost kukuruza*. Zagreb, Agronomski fakultet, Bc institut, 90-136.
8. Herrmann, A. (2013). Biogas Production from Maize: Current State, Challenges and Prospects. 2. Agronomic and Environmental Aspects. *Bioenergy Reserch* 6, 372-387. <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9227>
9. Horvatić, I., Svečnjak, Z., Maćešić, D., Jareš, D. & Uher, D. (2018). Influence of Intercropping Maize with Cowpea and Fertilization with Clinoptilolite on Forage Yield and Quality. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 7, 337-343. <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2018.09.003>
10. Horvatić, I., Kovačević, M., Jareš, D., Svečnjak, Z., Radojčić Redovniković, I. & Uher, D. (2020). Influence of intercropping maize with climbing bean and fertilization with clinoptilolite on forage yield and quality. *Proceedings 55 Croation i 15 International Symposium on Agriculture*, Vodice, Croatia, 16-21 veljače 2020., 260-265.
11. Hufnagel, J., Reckling, M. & Ewert, F. (2020). Diverse approaches to crop diversification in agricultural research. *Agronomy for Sustainable Development*, 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00617-4>
12. Hüber, C., Zettl, F., Hartung, J. & Müller-Lindenlauf, M. (2022). The impact of maize-bean intercropping on insect biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 61, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.03.005>
13. Jilg, T., Jilg, A., Ismail, M. & Brugger, D. (2021). Einsatz von Mais-Stangenbohnen-Silage in der Milchviehfütterung, Ergebnisse des Silocontrollings. In *Mais-Bohnen-Gemenge; Tagung des Ausschusses für Futterkonservierung und Fütterung im Deutschen Maiskomitee e.V. (DMK); DMK, Ed.; Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK): Bonn, Germany*, 45-51.
14. Meier, U. (2018). *Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants: BBCH Monograph*; Open Agrar Repository: Quedlinburg, Germany.
15. Moreira, L.P., Oliveira, A.P.S. & Ferreira, E.P.D.B. (2017). Nodulation, contribution of biological N<sub>2</sub> fixation, and productivity of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculated with rhizobia isolates. *Australian Journal of Crop Science*, 11(6), 644-651. <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.06.p310>
16. Mugweni B.Z., Titterton M., Maasdorp B.V. & Gandiya A.F. (2000). Effect of Mixed Cereal Legume Silages on Milk Production from Lactating Holstein Dairy cows (R7010). 3rd Workshop Livest. Prod. Prog. Projects, Matobo, Zimbabwe, 82-89.
17. Niehoff, T.K. (2021). Einfluss der N-Düngung auf Ertrag, Protein und Rest Nmin-Werte des Mais-Stangenbohnen-Mischbestandes. In *Mais-Bohnen-Gemenge; Tagung des Ausschusses für Futterkonservierung und Fütterung im Deutschen Maiskomitee e.V. (DMK); DMK, Ed.; Deutsches Maiskomitee e. V. (DMK): Bonn, Germany*, 2021; pp. 23-27.
18. Norris, S.L., Blackshaw, R.P., Critchley, C.N.R., Dunn, R.M., Smith, K.E., Williams, J., Randall, N.P., Murray, P.J. (2018). Intercropping flowering plants in maize systems increases pollinator diversity. *Agricultural Forest and Entomology*, 20(2), 246-254. <https://doi.org/10.1111/afe.12251>
19. Nurk, L., Graß, R., Pekrun, C. & Wachendorf, M. (2017a). Effect of Sowing Method and Weed Control on the Performance of Maize (*Zea mays* L.) Intercropped with Climbing Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture*, 7(7), 51. <https://doi.org/10.3390/agriculture7070051>
20. Nurk, L., Graß, R., Pekrun, C. & Wachendorf, M. (2017b). Methane Yield and Feed Quality Parameters of Mixed Silages from Maize (*Zea mays* L.) and Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bioenergy Reserch*, 10, 64-73. <https://doi.org/10.1007/s12155-016-9779-2>
21. Statistical Analysis System SAS. (2013). User's Guide: Statistics, Version 8.02. SAS Institute Inc. - Cary, USA
22. Schulz, V.S., Schumann, C., Weisenburger, S., Müller-Lindenlauf, M., Stolzenburg, K., Möller, K. (2020). Row-Intercropping Maize (*Zea mays* L.) with Biodiversity-Enhancing Flowering-Partners-Effect on Plant Growth, Silage Yield, and Composition of Harvest Material. *Agriculture*, 10(11), 524. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110524>
23. Starke, M. (2018). Selection of climbing bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) for mixed cropping with maize. Ph.D. Thesis, University of Göttingen, Göttingen, Germany.
24. Uher, D., Svečnjak, Z., Dujmović-Purgar, D., Jareš, D. & Horvatić, I. (2019a). Influence of intercropping maize with climbing bean on forage yield and quality. *AGROFOR International Journal*, 4(3), 60-67.
25. Uher, D., Horvatić, I., Jareš, D. & Maćešić, D. (2019b). Influence of Intercropping Maize with Cowpea on Forage Yield and Quality. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 7(4), 77-80. <https://doi.org/10.26765/DRJAFS>
26. Villwock, D., Kurz, S., Hartung, J. & Müller-Lindenlauf, M. (2021). Effects of Stand Density and N Fertilization on the Performance of Maize (*Zea mays* L.) Intercropped with Climbing Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture*, 12, 967. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070967>

27. 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. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
28. Von Cossel, M., Möhring, J., Kiesel, A. & Lewandowski, I. (2017). Methane yield performance of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) and its suitability for legume intercropping in comparison to maize (*Zea mays* L.). *Industrial Crops and Products*, 103, 107-121. <https://doi.org/10.3390/en12244680>
29. Zhao, Y.L., Steinberger, Y., Shi, M., Han, L.P. & Xie, G.H. (2012). Changes in stem composition and harvested produce of sweet sorghum during the period from maturity to a sequence of delayed harvest dates. *Biomass and Bioenergy*, 39, 261-273.

## INFLUENCE OF INTERCROPPING MAIZE WITH CLIMBING BEAN ON QUALITY AND FORAGE YIELD

### SUMMARY

*Corn silage is a high-yielding, voluminous forage rich in energy but with insufficient protein content for high-producing cattle. Since legumes have a low dry matter yield, low forage yield and unsatisfactory quality, they are often used in intercropping with cereals, which contributes to a higher yield and better forage quality than in pure culture. In this research, corn (*Zea mays* L.) and climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were sown in different sowing densities in order to determine the best ratio in the intercropping system of corn and beans to achieve high yield and good nutritional value of forage. A pure maize crop (75000 grains ha<sup>-1</sup>) and maize in intercropping with beans were sown: 75000 grains ha<sup>-1</sup> of maize and 37000 grains ha<sup>-1</sup> of beans, 75000 grains ha<sup>-1</sup> of maize and 50000 grains ha<sup>-1</sup> of beans and 75000 grains ha<sup>-1</sup> of corn and 75000 grains ha<sup>-1</sup> of beans. The highest yield of dry matter was determined with the highest proportion of beans (19.0 t ha<sup>-1</sup>), and the lowest yield with 75000 plants ha<sup>-1</sup> of corn and 37000 plants ha<sup>-1</sup> of beans (17.2 t ha<sup>-1</sup>). The intercropping of corn and beans reduced the proportion of neutral detergent fibers, which could result in an increase in the digestibility of voluminous forage. Based on the nutritional value and forage yield, we can conclude that the intercropping with the highest proportion of beans had the highest yield and the best nutritional value.*

**Key words:** *intercropping, maize, climbing bean, nutritional value, crude protein, yield*

(Primljeno 26. lipnja 2023.; prihvaćeno 29. rujna 2023. – Received on June 26, 2023; accepted on September 29, 2023)