

THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION OF MAIZE ON PROTEIN CONCENTRATION AND *IN VITRO* FEMENTABILITY OF GRAIN

UČINEK GNOJENJA KORUZE Z DUŠIKOM NA VSEBNOST BELJAKOVIN IN *IN VITRO* FERMENTABILNOST ZRNJA

BABNIK* D., SUŠIN J., VERBIČ J.

IZVLEČEK

Z *in vitro* metodo, ki temelji na merjenju plina, ki se razvije pri inkubaciji vzorcev z vampnim sokom, smo preučevali vpliv gnojenja koruze z dušikom na fermentabilnost koruznega zrnja v vampu. Nastajanje plina smo merili kontinuirano do 72 ur, kumulativno nastajanje plina pa opisali z Gompertzovo enačbo $Y=A*\exp(-\exp(-d*(t-t_m)))$. Primerjali smo sedem postopkov, od katerih je bil eden negnojen, ostali pa gnojeni s 100 do 250 kg N ha⁻¹. Pridelek zrnja in vsebnost surovih beljakovin (SB) v njem, sta se z gnojenjem povečevala linearno. Na kg dodanega N se je pridelek zrnja povečal za 25 kg sušine (SS) ha⁻¹, vsebnost SB pa za 0,13 g kg⁻¹ SS. Vsebnost SB v zrnju, ki se je gibala od 83 do 115 g kg⁻¹ SS, je bila v tesni povezavi z dinamiko nastajanja plina. Največja stopnja nastajanja plina (MPR) je bila v negativni povezavi z vsebnostjo SB v zrnju ($R^2 = 0,53$; $p < 0,06$), čas MPR (t_m) pa v pozitivni povezavi s skupno količino dodanega N z gnojenjem ($R^2 = 0,74$; $p < 0,05$) in z vsebnostjo SB v zrnju ($R^2 = 0,88$; $p < 0,01$). Izgleda, da intenzivno gnojenje koruze z N omejuje vampno prebavljivost koruznega škroba. Zaradi premestitve prebave škroba iz vampa v nižji del prebavnega trakta lahko pričakujemo pri koruznem zrnju intenzivno gnojene koruze boljše izkoriščanje energije kot pri zrnju koruze, ki je pomanjkljivo oskrbljena z N.

KLJUČNE BESEDE: koruzno zrnje, gnojenje z dušikom, beljakovine, vamp, fermentabilnost

ABSTRACT

The effect of nitrogen fertilization of maize on fermentability of maize grain in the rumen was studied by means of *in vitro* method based on the measurement of gas produced during the incubation of samples with rumen liquor. Gas production was recorded continuously up to 72 h incubation time and cumulative gas production was described by the Gompertz equation $Y=A*\exp(-\exp(-d*(t-t_m)))$. Seven treatments, one of them unfertilized and others fertilized with 100 to 250 kg N ha⁻¹, were compared. Grain yield and concentration of crude protein (CP) in grain increased linearly with nitrogen fertilization. Grain yield increased for 25 kg dry matter (DM) ha⁻¹ and CP concentration for 0.13 g kg⁻¹ DM per each additional kg of N. Concentration of CP in grain, which varied from 83 to 115 g kg⁻¹ DM, was closely related to the dynamics of gas production. The maximal gas production rate (MPR) was negatively related to CP concentration in the grain ($R^2 = 0.53$; $p < 0.10$) and the time of MPR (t_m) was positively related to the amount of added N ($R^2 = 0.74$; $p < 0.05$) and concentration of CP in the grain ($R^2 = 0.88$; $p < 0.01$). It is likely that intensive N fertilization of maize limits ruminal digestion of maize starch. Due to the shift of starch digestion from the rumen to lower gastrointestinal tract better utilization of energy can be expected in maize grain of extensively fertilized maize than in the grain of maize, in which supply of N is sub-optimal.

KEY WORDS: maize grain, nitrogen fertilization, protein, rumen, fermentability

DETAILED ABSTRACT

Degradability of maize starch in the rumen is negatively related to the concentration of zein fraction (Philippeau et al., 1998, 2000). Nitrogen fertilization is expected to increase zein fraction in maize grain (Ahmadi, 1991; Ahmadi et al., 1995) and, therefore, lower ruminal starch degradability could be expected in maize extensively fertilized with nitrogen than in unfertilized or moderately fertilized maize. Ruminants can benefit from the shift of starch digestion from rumen to small intestine because of decreased methane loss and improved efficiency of the metabolizable energy usage (Gädeken *et al.*, 1995). Higher digestibility of fibrous part of the diets can also be expected due to the shift of starch digestion from rumen to the lower gastrointestinal tract (Verbič and Babnik, 1998). The present study was designed with the aim of investigating the effect of N fertilization on the fermentability of maize grain.

Seven treatments, one of them unfertilized and others fertilized with 100 to 250 kg N ha⁻¹, were compared (Table 1). Nitrogen was supplied in either one portion at the stage when 7th to 9th leaf emerged (P4, P5 and P6), or in two portions, one before sowing and the other at the 7th to 9th leaf emergence (P2, P3, P7). After harvesting, maize grain was dried at 60 °C, and ground using 1 mm screen. *In vitro* fermentability was determined according to Menke et al. (1979). Samples were weighed in graduated glass syringes and incubated with the buffered rumen liquor. Up to 12 h incubation time, gas production was recorded each 0.5 h. From 12 to 31 h gas was recorded each hour and thereafter recordings at 33, 35, 36, 41, 47, 48, 50, 52, 54, 55 and 72 h were done. Data on cumulative gas production were fitted to the Gompertz equation $Y=A*\exp(-\exp(-d*(t-t_m)))$ where A represents potential (asymptotic) gas production, d is gas production rate and t_m is time of maximal gas production rate.

Grain yield and the concentration of crude protein (CP) in grain increased linearly with nitrogen fertilization (Graph 1). The maximal gas production rate (MPR) was negatively related to the CP concentration in the grain while the relation between the concentration of CP and the time of MPR was positive (Graph 3). Nitrogen fertilization increased the time of MPR and the time, at which one half of the potential gas amount was produced (Graph 4). Characteristics of gas production indicate that nitrogen fertilization limits ruminal digestion of maize starch. It seems that in ruminants, the site of maize starch digestion is affected by the N fertilization. A beneficial effect of N fertilization on energy utilization is expected.

UVOD

Oskrba koruznih posevkov z dušikom (N) ima velik vpliv na količino in kakovost pridelanega koruznega zrnja. Intenzivnejše gnojenje koruze z N povečuje pridelek (Knier in Mason, 1991; Ulger in sod., 1997), vsebnost beljakovin v zrnju (Knier in Mason, 1991; Ahmadi in sod., 1993; Ahmadi in sod., 1995; Ulger in sod., 1997) ter s tem pridelek beljakovin oziroma aminokislin. Raziskave kažejo, da se zaradi gnojenja z dušikom spreminja tudi aminokislinska sestava beljakovin koruznega zrnja. Gnojenje z dušikom poveča delež manj kakovostnih zeinov (Ahmadi, 1991; Ahmadi in sod., 1995) zaradi česar se zmanjša delež lizina (Knier in Mason, 1991), ki je pri koruzi najbolj limitirajoča esencialna aminokislina. Z intenzivnejšim gnojenjem z N se torej vsebnost beljakovin v koruznem zrnju poveča, kakovost beljakovin za monogastrične živali pa se poslabša.

Pri prežvekovalcih bi lahko povečana vsebnost beljakovin oziroma zeinov v koruznem zrnju izboljšala njegovo beljakovinsko in energijsko vrednost. Pri koruznem zrnju sta razgradljivost beljakovin in škroba tesno povezana (Babnik in sod., 2002, neobjavljeno), razgradljivost škroba pa v negativni povezavi z vsebnostjo zeinov (Philippeau in sod., 1998, 2000). Gnojenje z N bi torej prek povečane vsebnosti zeinov (Ahmadi, 1991; Ahmadi in sod., 1995) lahko zmanjšalo vampno prebavljivost škroba in beljakovin. Poleg tega Ahmadi (1991) poroča, da gnojenje z dušikom povečuje trdoto koruznega zrnja, razgradljivost škroba v vampu pa je odvisna tudi od fizikalnih lastnosti koruznega zrnja (Philippeau in sod., 1999). Premestitev prebave beljakovin in škroba iz vampa v tanko črevo zagotavlja boljšo oskrbljenost živali z nerazgradljivimi beljakovinami ter glukozo. Zaradi premestitve prebave škroba iz vampa v tanko črevo se zmanjšajo izgube z metanom in poveča izkoristek presnovljive energije (Gädeken in sod., 1995). Poleg tega se pri počasi razgradljivem škrobu zaradi ugodnejših razmer v vampu (višja pH vrednost) poveča obseg celulolitične razgradnje oziroma izboljša prebavljivost voluminoznega dela obroka (Verbič in Babnik, 1998).

Namen raziskave je bil preučiti vpliv gnojenja koruze z N na vsebnost beljakovin in fermentabilnost koruznega zrnja v vampnem soku. Preučevali smo

povezave med skupnim gnojilnim odmerkom N, vsebnostjo beljakovin v zrnju ter obsegom in dinamiko nastajanja plina pri *in vitro* inkubaciji zrnja z vampnim sokom.

MATERIAL IN METODE DELA

Bločni poskus z desetimi postopki gnojenja v štirih ponovitvah smo zasnovali na poskusnem polju Groblje, za katerega so značilna evtrična rjava tla na prodnati podlagi. Koruzo sorte Fanion (poltrdinka) smo posejali 12. maja 1998 ter z naknadnim redčenjem posevka dosegli sklop približno 92000 rastlin na ha. Pred setvijo (8. maja 1998) smo na vseh parcelah opravili osnovno gnojenje (120 kg P₂O₅/ha + 240 kg K₂O/ha). Vzorce koruznega zrnja za oceno kakovosti smo zbrali iz 7 postopkov gnojenja, ki so se med seboj razlikovali v gnojilnih odmerkih N in načinu gnojenja. Postopki gnojenja so bili naslednji: P1 (0/0 kg N), P2 (40/160 kg N), P3 (40/210 kg N), P4 (0/100 kg N), P5 (0/150 kg N), P6 (0/200 kg N) in P7 (120/80 kg N/ha), kjer prva vrednost v oklepaju predstavlja gnojilni odmerek N pred setvijo in druga vrednost odmerek N ob dognojevanju. Pred setvijo smo z UREO (46 % N) pognojili le postopke P2, P3 in P7. V fazi 7. do 9. lista (18. junij 1998) smo vse postopke, razen prvega, dognojili s KAN-om (27 % N). Storže smo ročno pobrali 27. oktobra 1998, jih posušili na 60 °C, zrnje pa nato zmleli skozi sito z odprtiniami s premerom 1mm.

Vsebnost vlage, surovih beljakovin, surove vlaknine, surovih maščob, pepela ter vsebnost pravih beljakovin po Barnsteinu smo določili po postopkih, ki jih opisujejo Naumann in sod. (1976). Vsebnost nebeljakovinskega dušika smo izračunali kot razliko med N v surovih beljakovinah in N v pravih beljakovinah.

Preskus fermentabilnosti *in vitro* smo izvedli po metodi Menkeja in sod. (1979). Uporabili smo prilagojeno metodo, ki sta jo opisala Blümmel in Ørskov (1993). V graduirane 100 ml steklene brizgalke smo zatehtali po približno 200 mg vzorca (v treh paralelakah), dodali 30 ml mešanice vampnega soka in pufra in jih inkubirali v vodni kopeli pri 39 °C. Kumulativno nastajanje plina smo spremljali s pogostim odčitavanjem volumna plina do 72 ure inkubacije. Količine nastalega plina smo prvih dvanajst ur inkubacije odčitali vsake 0,5 ure, od 12.

do 31. ure vsako uro, nato pa še po 33, 35, 36, 41, 47, 48, 50, 52, 54, 55 in 72 urah inkubacije.

Za opis kumulativnega nastajanja plina smo uporabili Gompertzovo enačbo $Y=A*\exp(-\exp(-d*(t-t_m)))$, kjer pomeni Y količino plina izmerjeno pri času inkubacije t, A skupno potencialno količino plina, d relativno stopnjo nastajanja plina in t_m čas največje stopnje nastajanja plina. Stopnjo nastajanja plina v odvisnosti od časa inkubacije smo izrazili s pomočjo prvega odvoda ($f'(t)$) Gompertzove enačbe ($Y=f(t)$). Največjo stopnjo nastajanja plina (MPR) smo izračunali tako, da smo v prvi odvod funkcije vstavili čas največje stopnje nastajanja plina t_m . Čas pri katerem nastane polovica potencialne količine plina ($t_{A/2}$) pa smo izračunali po enačbi $t_{A/2} = t_m - (\ln(\ln(2))/d)$. Regresijske analize smo opravili ob pomoči statističnega programa Statgraphics plus (1994).

REZULTATI IN DISKUSIJA

Pridelki in kemična sestava koruznega zrnja pridelanega po različnih postopkih gnojenja z N so prikazani v preglednici 1. Oskrba posevka z N je imela največji vpliv na pridelek zrnja in vsebnost surovih beljakovin v zrnju (grafikon 1). Na negnojnih parcelah (P1) sta bila pridelek zrnja (1,37 t SS ha⁻¹) in vsebnost surovih beljakovin (83 g kg⁻¹ SS) v zrnju najmanjša, na parcelah pognojnih z

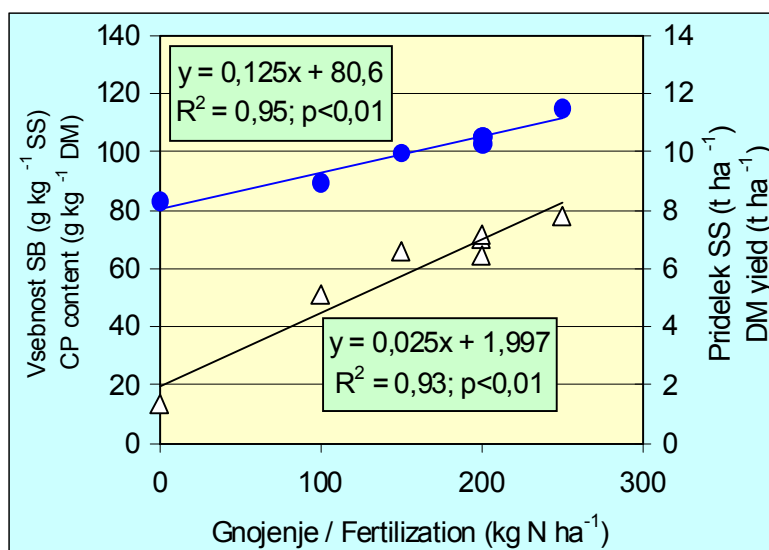
največjimi količinami N (P3) pa največja (7,82 t SS ha⁻¹ in 115 g kg⁻¹ SS). Skupna količina dodanega N je bila v tesni povezavi s pridelkom sušine zrnja ($R^2 = 0,93$, $p < 0,01$), z vsebnostjo surovih beljakovin v sušini ($R^2 = 0,95$, $p < 0,01$) (graf 1), ter posledično s pridelkom surovih beljakovin ($R^2 = 0,97$, $p < 0,01$). Gnojenje z dušikom je vplivalo tudi na vsebnost nebeljakovinskega dušika v zrnju ($r = 0,76$; $p < 0,05$, preglednica 3). Pridelek zrnja in vsebnost surovih beljakovin v njem, sta se povečevala vse do največje količine dodanega N (250 kg ha⁻¹). Na vsak kg skupnega dodanega N se je pridelek zrnja povečal za 25 kg SS/ha, vsebnost surovih beljakovin za 0,13 g kg⁻¹ SS, pridelek surovih beljakovin pa za 3,0 kg ha⁻¹. Rezultati so torej pokazali, da je tudi največji skupni gnojilni odmerek N pri postopku P3 vplival na povečan pridelek zrnja in surovih beljakovin. Povečan pridelek zrnja in povečana vsebnost surovih beljakovin v zrnju kot odziv na boljšo oskrbljenost koruze z N, sta v skladu z ugotovitvami številnih raziskovalcev (Knip in Mason, 1991; Ulger in sod., 1997; Ahmadi in sod., 1993; Ahmadi in sod., 1995). Poskus je pokazal, da različni odmerki N niso imeli značilnega vpliva na vsebnost surove vlaknine, surovih maščob in pepela v zrnju, kar je v nasprotju z ugotovitvami Kastorija in sod. (1985), da se z intenzivnejšim gnojenjem vsebnost surovih maščob v zrnju zmanjša.

Preglednica 1: Učinek gnojenja z dušikom na pridelek in kemično sestavo koruznega zrnja
Table 1: The effect of nitrogen fertilization on yield and chemical composition of maize grain

Postopek gnojenja Fertilization treatment	Pridelek SS DM yield t ha ⁻¹	Surove beljakovine Crude protein	NPN	Surova vlaknina Crude fibre g kg ⁻¹ SS / g kg ⁻¹ DM	Surove maščobe Crude fat	Pepel Ash
P1 (0/0)	1,37	83,1	0,4	28,5	59,7	15,8
P2 (40 ^s /160 [#])	7,05	103,1	1,4	29,1	66,2	15,1
P3 (40/210)	7,82	115,2	4,5	26,9	63,2	14,6
P4 (0/100)	5,12	89,5	0,8	28,0	64,9	15,5
P5 (0/150)	6,61	100,0	0,2	30,2	65,1	15,3
P6 (0/200)	7,20	105,6	3,0	26,7	65,9	12,8
P7 (120/80)	6,44	105,2	2,7	26,6	65,8	14,6

^sgnojilni odmerek N (kg ha⁻¹) pred setvijo / N application (kg ha⁻¹) before sowing; [#]odmerek N (kg ha⁻¹) ob dognojevanju / N application (kg ha⁻¹) at sidedressing; SS = sušina / DM = dry matter; NPN = nebeljakovinski dušik / non protein nitrogen

Graf 1: Vpliv gnojenja z N na pridelek sušine (SS) zrnja (▲) in vsebnost surovih beljakovin (SB, ●) v zrnju koruze
 Graph 1: The effect of N fertilization on dry matter (DM) yield of grain (▲) and the concentration of crude protein (CP, ●) in maize grain



Preglednica 2: Učinek gnojenja z N na karakteristike nastajanja plina pri inkubaciji koruznega zrnja z vampnim sokom *in vitro*

Table 2: The effect of N fertilization on gas production characteristics of maize grain incubated with rumen liquor *in vitro*

Postopek gnojenja Fertilization treatment	Parametri krivulj (Gompertz) Parameters of curves (Gompertz)			MPR ml h ⁻¹ na g SS ml h ⁻¹ per g DM	t _{A/2} h
	A ml	d h ⁻¹	t _m h		
P1 (0/0)	365	0,138	8,21	18,5	10,9
P2 (40 ^S /160 [#])	349	0,129	8,98	16,6	11,8
P3 (40/210)	304	0,122	9,54	13,6	12,5
P4 (0/100)	378	0,118	7,98	16,4	11,1
P5 (0/150)	360	0,134	8,73	17,8	11,5
P6 (0/200)	349	0,133	9,04	17,1	11,8
P7 (120/80)	334	0,135	8,79	16,6	11,5

A = potencialna (asimptotična) količina plina / potential (asymptotic) gas production; d = stopnja nastajanja plina / gas production rate; t_m = čas največje stopnje nastajanja plina / time of maximal gas production rate; MPR = največja stopnja nastajanja plina / maximal gas production rate; t_{A/2} = čas, ko nastane polovica potencialne količine plina / time, at which one half of potential gas is produced

Spremembe v kemični sestavi zrnja, predvsem v vsebnosti beljakovin, so posledično vplivale tudi na obseg in dinamiko fermentacije zrnja *in vitro* (preglednica 2). Intenzivnejše gnojenje z N je zmanjšalo največjo stopnjo nastajanja plina (MPR) in podaljšalo čas, ko je bila dosežena največja stopnja nastajanja plina (t_m). Pri zrnju z negnojnih parcel (P1) je na primer MPR znašala 18,5 ml plina

h⁻¹ na g SS, pri zrnju koruze, ki je bila pognojena z 250 kg N ha⁻¹ (P3) pa je znašala MPR le 13,6 ml plina h⁻¹ na g SS. Največja stopnja nastajanja plina je bila pri zrnju negnojene koruze dosežena (t_m) po 8,2 urah inkubacije, pri zrnju koruze, pognojene z 250 kg N ha⁻¹ pa šele po 9,5 urah inkubacije z vampnim sokom (preglednica 2, graf 2).

Preglednica 3: Korelacijski koeficienti med skupno količino z gnojenjem dodanega N, kemično sestavo zrnja ter karakteristikami nastajanja plina pri inkubaciji koruznega zrnja z vampnim sokom *in vitro*

Table 3: Correlation coefficients between total N application, chemical composition of grain and characteristics of gas production during the incubation of maize grain with rumen liquor *in vitro*

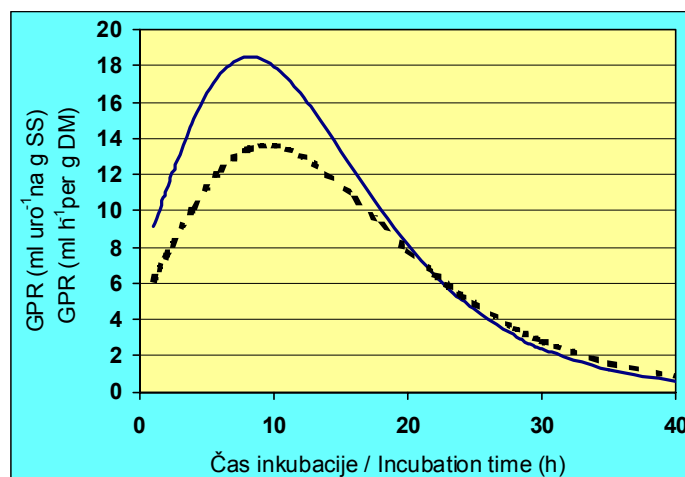
	GN	SB	NPN	SVI	SM	SP
SB	0,98	-
NPN	0,76	0,83	-
SVI	-0,39	-0,42	-0,80	-
SM	0,69	0,53	0,18	-0,08	-	...
SP	-0,60	-0,62	-0,65	0,62	-0,47	-
A [#]	-0,74	-0,85	-0,89	0,52	-0,05	0,37
d [#]	-0,27	-0,19	-0,25	0,15	-0,20	-0,11
t _m [#]	0,86	0,93	0,80	-0,32	0,29	-0,57
MPR [#]	-0,71	-0,73	-0,81	0,49	-0,18	0,21
t _{A/2} [#]	0,89	0,94	0,83	-0,34	0,33	-0,50

Raven značilnosti / Significance level: $r > 0,87$ ($P < 0,01$); $r > 0,75$ ($P < 0,05$); $r > 0,68$ ($P < 0,1$);

GN = skupna količina N dodanega ob setvi in dognojevanju / total amount of N application at sowing and at sidedressing, SB = surove beljakovine / crude protein, NPN = nebeljakovinski N / non protein N, SVI = surova vlaknina / crude fibre, SM = surove maščobe / crude fat, SP = pepel / ash; [#]Vsi izrazi, ki opisujejo značilnosti nastajanja plina so definirani v preglednici 2.; [#]All terms which describe characteristics of gas production are defined in Table 2

Graf 2: Stopnja nastajanja plina (GPR) pri *in vitro* inkubaciji zrnja koruze negnojene z dušikom (P1, —) ter koruze gnojene z 250 kg N ha⁻¹ (P3, -----)

Graph 2: Gas production rate (GPR) at *in vitro* incubation of grain of maize not fertilized with N (P1, —) and of maize fertilized with 250 kg N ha⁻¹ (P3, -----)



Ugotovili smo, da je največja stopnja nastajanja plina v negativni povezavi s količino dodanega dušika z gnojenjem ($r = -0,71$, $p < 0,10$) in z vsebnostjo surovih beljakovin v zrnju ($r = -0,73$, $p < 0,10$) (preglednica 3 in grafikon 3), čas največje stopnje nastajanja plina (t_m) pa v pozitivni povezavi s skupno količino dodanega N z gnojenjem ($r = 0,86$, $p < 0,05$) in z vsebnostjo surovih beljakovin v zrnju ($r = 0,93$, $p < 0,01$) (preglednica 3 in grafikon 3 in 4). Najtesnejše povezave smo našli med skupno količino dodanega N ter časom, ko je dosežena polovica

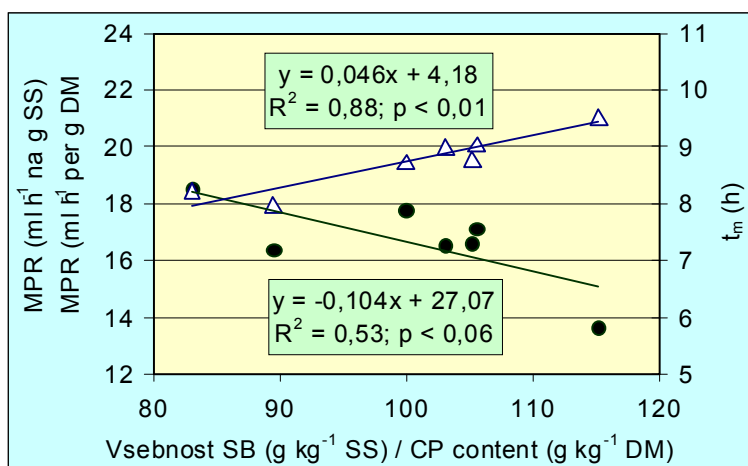
potencialne količine plina oziroma asimptotične vrednosti ($t_{A/2}$; $r = 0,89$, $p < 0,01$) ter med vsebnostjo surovih beljakovin v zrnju in $t_{A/2}$ ($r = 0,94$, $p < 0,01$) (preglednica 3 in grafikon 4). Z intenzivnejšim gnojenjem z N se je zmanjšala tudi potencialna količina plina (A) ($r = -0,74$, $p < 0,10$). Negativna povezava med vsebnostjo surovih beljakovin v zrnju ($r = -0,85$, $p < 0,05$) ter potencialno količino plina je verjetno posledica dejstva, da se razvije pri fermentaciji beljakovin manj plina kot pri

fermentaciji ogljikovih hidratov (Menke in Steingass, 1987).

Izračunani parametri dinamike nastajanja plina (preglednica 2) kažejo, da se z intenzivnejšim gnojenjem zmanjšuje fermentabilnost koruznega zrnja v vampu. Že Opatpatanakit in sod., (1994) ter Babnik in Verbič (2000) so ugotovili, da je nastajanje plina pri *in vitro* inkubaciji koruznega zrnja odvisno od genotipa oziroma razgradljivosti škroba v vampu. Predvidevamo, da je povečana vsebnost surovih beljakovin v zrnju povezana s povečano vsebnostjo zeinov (Ahmadi, 1991), večja vsebnost zeinov pa pomeni manjšo vampno razgradljivost škroba (Philippeau in sod., 1998; Philippeau in sod., 2000). Na podlagi povezave med vsebnostjo beljakovin v zrnju in vampno razgradljivostjo škroba, ki jo je predstavila Philippeaujeva (1998), lahko grobo ocenimo, da bi

bila razgradljivost škroba pri zrnju negnojene koruze (P1) 68 % pri zrnju najintenzivneje gnojene koruze (P3) pa 54 %. Do podobne ocene razgradljivosti škroba v vampu pridemo tudi prek časa največje stopnje nastajanja plina (t_m). Babnik in Verbič (2000) sta na dveh hibridih ocenila, da se je različna razgradljivost škroba (55,4 % vs. 68,3 %) odrazila tudi v različnih t_m vrednostih (7,6 vs. 6,3 ure). Ob upoštevanju teh podatkov in podatkov o t_m v tem poskusu je mogoče oceniti, da bi bila razlika med razgradljivostjo škroba zrnja negnojene in intenzivno gnojene koruze približno 13 %. Nekoliko manjše razlike v razgradljivostih škroba pri zrnju s P1 in P3 postopkov gnojenja lahko ocenimo na podlagi neobjavljenih rezultatov Babnika in sod. (2002), ki so pri svežem zrnju ugotovili, da se pri povečanju t_m za eno uro razgradljivost škroba zmanjša za 5 %.

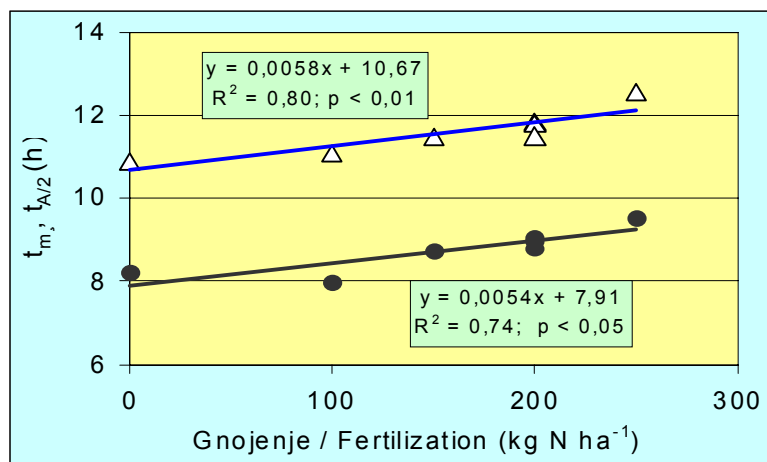
Graf 3: Povezavi med vsebnostjo surovih beljakovin (SB) v zrnju ter največjo stopnjo nastajanja plina (MPR, ●) in časom največje stopnje nastajanja plina (t_m , ▲)
Graph 3: Relationships between the concentration of crude protein (CP) in grain and maximal gas production rate (MPR, ●) or time of maximal gas production rate (t_m , ▲)



Vpliv gnojenja z N na dinamiko nastajanja plina pri inkubaciji koruznega zrnja z vampnim sokom torej ni zanemarljiv. Posredno ocenjene razlike v razgradljivosti škroba, ki znašajo približno 10 %, so primerljive z razlikami med genotipi (Verbič in Babnik, 1998; Philippeau in Michalet-Doreau, 1997) ali razlikami, do katerih prihaja med siliranjem koruznega zrnja (Philippeau in Michalet-Doreau, 1998). Pri prežvekovalcih lahko zaradi zmanjšane razgradljivosti škroba v vampu pričakujemo izboljšanje energijske vrednosti koruznega zrnja. Za

dokončno ovrednotenje učinka gnojenja koruze na izkoristljivost energije koruznega zrnja bi morali ovrednotiti razgradljivost škroba v vampu, pa tudi mesto in obseg postruminalne prebave škroba.

Graf 4: Povezava med skupno količino N dodanega ob setvi in dognojevanju ter časom največje stopnje nastajanja plina (t_m , ●) in časom, ko je nastala polovica potencialne količine plina ($t_{A/2}$, ▲)
 Graph 4: Relationship between total amount of N applied at sowing and sidedressing and time of maximal gas production rate (t_m , ●) or time, at which one half of potential gas was produced ($t_{A/2}$, ▲)



SKLEP

Oskrba koruze z N vpliva na pridelek zrnja, ter vsebnost beljakovin v zrnju. Povečana vsebnost beljakovin v zrnju, je povezana s počasnejšo fermentacijo zrnja v vampu. Predvidevamo, da se z intenzivnejšim gnojenjem z N v zrnju povečuje delež zeinov, ki omejujejo razgradljivost škroba v vampu in s tem povečujejo njegovo postruminalno prebavo.

LITERATURA

- [1] Ahmadi, M. (1991): Cultural practices and endosperm effect on corn kernel chemical and physical properties. Dissertation Abstracts International. B, Sciences and Engineering. 1991, 51: 12, 1 5647B; Abstract of Thesis, Ohio State University, USA, 83 pp.
- [2] Ahmadi, M., W.J. Wiebold, J.E. Beuerlein (1993): Grain yield and mineral composition of corn as influenced by endosperm type and nitrogen. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 24(17-18): 2409-2426.
- [3] Ahmadi, M., W.J. Wiebold, J.E. Beuerlein; K.D. Kephart (1995): Protein quality of corn hybrids differing for endosperm characteristics and the effect of nitrogen fertilization. *J. Plant Nutr.*, 18(7): 1471-1481.

ZAHVALA

Delo sta financirala Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

- [4] Babnik, D., J. Verbič (2000): In vitro fermentabilnost kukuruznog zrna, nezrnatog dijela kukuruzne biljke i kukuruzne silaže. *Krmiva*, 42(1): 33-40.
- [5] Blümmel, M., E.R. Ørskov (1993): Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 40:109-119.
- [6] Gädeken, D., P. Lebzien and R. Daenicke (1995): Untersuchungen zum Einfluß von Mais- und Weizenstärke auf die energetische Verwertung bei Milchkühen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 4: 96.
- [7] Kastori, R., M. Petrović, L. Starčević (1985): Uticaj azota i zaoravanja slame na kvalitet zrna pšenice, kukuruza i jarog ječma. *Arh. Poljopr. Nauke*, 46: 129-144.

- [8] Kniep, K.R., S.C. Mason (1991): Lysine and protein content of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. *Crop Sci.*, 31(1): 177-181.
- [9] Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, W. Schneider (1979): The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they were incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.*, 93: 217-222.
- [10] Menke, K.H., H. Steingass (1987): Schätzung des energetischen Futterwerts aus der *In vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse, II. Regressionsgleichungen. *Übers. Tierernährg.* 15(1): 59-94.
- [11] Naumann, K., R. Bassler (1976): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. *Methodenbuch. Band 3.* Verlag Neumann, Neudamm.
- [12] Opatpatanakit, Y., R. C. Kellaway, I. J. Lean, G. Annison, A. Kirby (1994): Microbial fermentation of cereal grains *in vitro*. *Aust. J. Agric. Res.* 45:1247-1263.
- [13] Philippeau, C. (1998): Influence du génotype et du stade de maturité du maïs sur la digestion ruminale de l'amidon. These présentée devant L'Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes. INRA Theix, Clermont-Ferrand, 160 pp.
- [14] Philippeau, C., B. Michalet-Doreau (1997): Influence of genotype and stage of maturity on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68: 25-35.
- [15] Philippeau, C., B. Michalet-Doreau (1998): Influence of genotype and ensiling of corn grain on *in situ* degradation of starch in the rumen. *J. Dairy Sci.* 81: 2178-2184.
- [16] Philippeau, C., J. Landry, B. Michalet-Doreau (1998): Influence of the biochemical and physical characteristics of the maize grain on ruminal starch degradation. *J. Agric. Food Chem.* 46:4287-4291.
- [17] Philippeau, C., F. Le Deschault de Monredon, B. Michalet-Doreau (1999): Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *J. Anim. Sci.* 77: 238-243.
- [18] Philippeau, C., J. Landry, B. Michalet-Doreau (2000): Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. *J. Sci. Food Agric.* 80:404-408.
- [19] Statgraphics plus (1994), *Advanced Regression.* Manugistics, Inc. Rockville.
- [20] Ulger, A.C., H. Ibriki, B. Cakir, N. Guzel (1997): Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content, and other plant parameters. *J. Plant Nutr.*, 20(12): 1697-1709.
- [21] Verbič, J., D. Babnik (1998): Physiological investigations of the feed value of forage maize. In: Schaf- und Ziegenhaltung, Milchproduktion, Rindermast, Futterbe-wertung, Züchtung, Silomais. 25. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 1998-05-19/20, BAL Gumpenstein, Irnding. 67-71.

Drago Babnik: drago.babnik@kis-h2.si, * correspondence author,
Janez Sušin,
Jože Verbič,

Agricultural Institute of Slovenia,
Hacquetova 17, pp. 2553, 1001 Ljubljana, Slovenija,
Tel. + 386 1 280 51 26
Fax + 386 1 280 52 55

