

**Dr Tomislav Čupina,**  
**Inž. Stevan Jocić,**  
**Inž. Ljubinko Vasiljević,**  
Institut za poljoprivredna istraživanja — Novi Sad

## **PROUČAVANJE FOTOSINTETIČKE AKTIVNOSTI LUCERKE U ZAVISNOSTI OD MINERALNE ISHRANE**

Prinos lucerke stvara se kao rezultat transformacije produkata ishrane u biljci u konstitucione, strukturne i rezervne komponente, iz kojih se u procesu rasta obrazuju ćelije, tkiva i biljni organi koji čine prinos.

Putem korena biljke lucerke usvajaju azot, fosfor, kalijum i druge mineralne elemente. Energija sunčeve svetlosti koja se apsorbira hlorofilom, koriste biljke za pretvaranje  $CO_2$ , vode i mineralnih elemenata u organska jedinjenja. U tim jedinjenjima biljke akumuliraju energiju sunčeve svetlosti koju transformišu u energiju hemijskih veza.

Fotosinteza predstavlja jedan od najvažnijih načina ishrane biljaka. U fotosintezi se obrazuju sva organska jedinjenja, koja čine 90 — 95% suve materije prinosa i u kojima se nagomilava sva potencijalna hemijska energija. Mineralni elementi i voda usvojeni preko korena iz zemljišta utiču na povećanje prinosa zbog toga što potpomažu proces fotosinteze. Za formiranje prinosa lucerke odgovoran je pre svega fotosintetički aparat (lisna površina), zato je dinamika formiranja, veličina i dužina trajanja života listova, jako važan faktor za visinu prinosa.

Nedostatak NPK mineralnih elemenata u zemljištu utiče na smanjenje porasta lisne površine u odnosu na njen optimalan porast, što se odražava na smanjenje prinosa.

Kod biljaka koje služe za stočnu hranu u koje spada i lucerka treba potencirati što veći odnos između težine lisne površine i težine drugih vegetativnih organa, jer je list lucerke organ s najvećom biološkom vrednošću u ishrani domaćih životinja. Listovi ove biljke odlikuju se visokim sadržajem provitamina, nekih esencijalnih aminokiselina, višim masnih kiselina, proteina i ugljeni hidrata, koje predstavljaju osnovne komponente hranljive vrednosti lucerke.

Imajući u vidu da je u nas vrlo malo rađeno na proučavanju fotosintetičke aktivnosti lucerke u toku formiranja prinosa pristupili smo proučavanju uticaja NPK mineralnih đubriva i stajnjaka, kao i dubine oranja pri zasnivanju lucerišta na aktivnost fotosintetičkog aparata ove biljke.

### **METOD RADA**

Eksperimenti su izvođeni u toku 1971, 1972, 1973. i 1974. godine.

Ogled je izvođen na oglednom polju Instituta za poljoprivredna istraživanja u Novom Sadu. Pri zasnivanju lucerišta korišćene su tri varijante o-

ranja i to: na 25, 35 i 45 cm. Kod svake varijante oranja korišćene su sledeće varijante đubrenja: a) bez đubrenja (kontrola), b) đubrenje samo s NPK, c) đubrenje s NPK + Stajnjak. Uzroci za analizu pojedinih pokazatelja fotosintetičke aktivnosti uzimani su u fazama pupoljanja i cvetanja. Kod svake varijante uzroci biljaka skidani su sa 0,1 m<sup>2</sup> površine useva, što odgovara 30 do 40 biljaka. Određivanje lisne površine vršeno je težinskim metodom uz korišćenje odgovarajućih koeficijenata. Lisna površina je izražavana u m<sup>2</sup>/ha. Produktivnost fotosinteze (meto asimilacija) određivana je prema postupku Kidda et al. (1920). Na bazi produktivnosti fotosinteze i na bazi veličine lisne površine izračunat je biološki prinos u kg sena/ha.

Dinamika sadržaja hlorofila a i b određivana je na taj način što je ekstrakcija izvršena acetonom, a zatim koncentracija hlorofila a i b u tom ekstraktu određivana je pomoću spektrofotometra na sledećim talasima dužinama: 644 i 662 manometra, a zatim je sadržaj izračunavan po sledećoj jednačini:

$$\text{Hlorofil a mg/l} = 9,784 \times E_{662} - 0,99 \times E_{644}$$

$$\text{Hlorofil b mg/l} = 21,426 \times E_{644} - 4,65 \times E_{662}$$

gde su: 9,784; 0,99; 21,426 i 4,65 molarni koeficijenti ekstinkcije, E predstavlja očitane ekstinkcije na spektrofotometru.

Sadržaj karotinoida je određivan prema ranije opisanom postupku Cupine (1961) i Popove (1964).

U cilju utvrđivanja zakonitosti promena i veza između pojava koje su ispitivane u ovom radu primenjen je matematičko-statistički metod: a) analiza varijanse i b) metod obične korelacije.

Metod analize varijanse omogućio je da se primenom LSD-testa ustanovi značajnost razlika između ispitivanih tretmana, pojedinačno, kao i njihova interakcija. Za ocenu značajnosti ustanovljen je nivo rizika od 5 i 1%.

Drugi metod, korelacione analize, omogućio je da se preko koeficijenata obične korelacije ( $r_a$ ) utvrde zavisnosti između ispitivanih pojava. U okviru korelacione analize prvo je utvrđena zavisnost između svih ispitivanih pojava preko koeficijenta obične korelacije:

$$r = \frac{C_{xy}}{\tau_x \tau_y}$$

gde su  $C_{xy}$  kovarijansa, a  $\tau_x$  i  $\tau_y$  standardne devijacije odgovarajućih obeležja.

## DOBIJENI REZULTATI

### a) Veličina asimilacione površine

Prema stepenu fotosintetičke aktivnosti asimilacionu površinu useva lucerke možemo podeliti na nekoliko grupa: 1) površina s visokom foto-

sintetičkom aktivnosti (zeleni listovi gornjih spratova, b) površina sa slabom fotosintetičkom aktivnosti (zeleni delovi stabla i polužuti listovi) i c) površina bez izražene fotosintetičke aktivnosti (žuti i suvi listovi raspoređeni na nižim spratovima useva). Pri oceni veličine asimilacione površine useva lucerke kao celine treba imati u vidu sve nabrojane elemente, jer je apsorpcija energije sunčeve svetlosti uslovljena međusobnim zasenjivanjem listova i svih biljnih organa koji su raspoređeni u usevu. Kod useva lucerke izražena je jednodimenzionalna zavisnost fotosinteze u odnosu na jedinicu površine useva. To se objašnjava jakim zasenjivanjem donji listova, kod kojih intenzitet disanja prevazilazi intenzitet fotosinteze. Asimilaciona površina lucerke raspoređena je po vertikalnim slojevima ili spratovima. Listovi predstavljaju modele ravnih pločastih površina i imaju horizontalni raspored u odnosu na površinu zemljišta. Zeleni delovi stabla predstavljaju modele valjka koji su vertikalno raspoređeni u usevu. Indeks lisne površine useva lucerke (Leaf area index) odnos između lisne površine i površine useva, jako varira u zavisnosti od varijanti ishrane i faze razvika. U fazi pupoljanja kreće se od 1,9 do 5,6, a u fazi cvetanja od 1,3 do 2,6. Pri indeksu lisne površine od 1,0 (što je slučaj pri monosloju) zapaža se najveća apsorpcija energije sunčeve svetlosti. Povećanjem indeksa dubinom useva do 5,6 postepeno se smanjuje i apsorpcija energije sunčeve svetlosti s dubinom. Ovo nam ukazuje da pojedini listovi u toku dana imaju različitu ulogu.

Primena NPK mineralnih đubriva gotovo kod svih dubina oranja pri zasnivanju lucerišta uticalo je na povećanje lisne površine i to kako u fazi pupoljanja tako i u fazi cvetanja. Primena NPK đubriva u kombinaciji sa stajnjakom kod svih vrsta obrade još je više uticalo na povećanje lisne površine. Signifikantne razlike dobivene su kako na nivou od 5%, tako i na nivou od 1% u odnosu na kontrolu koja je imala najmanju asimilacionu površinu.

Veličina lisne površine u fazi pupoljanja bila je veća u odnosu na fazu cvetanja. Ovo je verovatno uslovljeno sušenjem donjih listova u fazi cvetanja.

Uticao dubine oranja pri zasnivanju lucerišta bio je neznatan, a u nekim slučajevima nije ni bilo uticaja. Ovo je i razumljivo, jer za 2 — 3 godine korišćenja lucerišta gubi se uticaj oranja koje je obavljeno u prvoj godini (pri zasnivanju lucerišta). Prema tome primena odgovarajućih doza NPK đubriva utiče pozitivno na povećanje veličine lisne površine i indeksa lisne površine.

Dužina pojedinih faza formiranja prinosa po organima biljke lucerke je različito u toku vegetacije. Odnos između težine listova i stabla u fazi pupoljanja je najveći, međutim u fazi cvetanja taj se odnos smanjuje. Ova činjenica ima veliki praktični značaj pri utvrđivanju optimalnog momenta košenja lucerke. Ako znamo da u fazi pupoljanja najveći udeo suve materije otpada na listove i ako listovi imaju najveću biološku i hranljivu vrednost košenja lucerke je najcelishodnije u fazi pupoljanja. U ovoj fazi imamo i naglo nagomilavanje ugljenih hidrata i belančevina.

Tabela 1 — Uticaj NPK mineralnih đubriva i stajnjaka na formiranje veličine asimilacione površine u usevu lucerke (lisna površina u m<sup>2</sup>/ha)

Varijante ishrane		F a z e r a z v i ć a	
		Početak pupoljanja	Početak cvetanja
Oranje na 25 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	19636,66	13771,66
	b. NPK	33399,33	23023,66**
	c. NPK+stajnjak	46248,66**	26250,00**
	LSD	5% 15213,80	5333,29
	1%	25173,91	8826,02
Oranje na 35 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	27135,00	17889,00
	b. NPK	42143,33	23447,00
	c. NPK+stajnjak	56461,66**	24671,66*
	LSD	5% 16963,75	6595,30
	1%	28069,52	10913,09
Oranje na 45 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	28888,66	16235,33
	b. NPK	48343,66*	22854,00
	c. NPK+stajnjak	47960,00*	25411,60
	LSD	5% 15953,34	5092,07
	1%	26397,61	8425,73

#### b. Produktivnost fotosinteze (neto asimilacija)

Na tabeli 2 prikazani su rezultati o produktivnosti fotosinteze u fazi pupoljanja. Najmanja produktivnost fotosinteze zapažena je kod varijante bez đubrenja. Primena NPK mineralnih đubriva vidno je uticala na povećanje produktivnosti fotosinteze lucerke. Osobito visoka produktivnost fotosinteze konstatovana je pri kombinovanoj primeni stajskog đubriva u kombinaciji s mineralnim đubrivima. Kod svih dubina oranja pri zasnivanju lucerišta konstatovane su značajne razlike u pogledu povećanja produktivnosti fotosinteze u odnosu na varijantu bez đubrenja. Uticaj kombinovane primene mineralnih i organskih đubriva na povećanje produktivnosti fotosinteze verovatno je uslovljeno azotom. Podaci iz literature kao i naši ranije objavljeni podaci Čupina (1972) pokazuju da azot ima veliki značaj za aktivnost fotosintetičkog aparata, a što je direktno povezano s povećanjem prinosa. Azot kao što je poznato potpomaže fotosintetičku aktivnost hloroplasta, kao i transport asimilata iz listova u stablo. Ovaj element potpomaže i aktivnost sprovodnih sudova floema pri tran-

\* Signifikantne razlike na nivou od 5% u odnosu na varijantu s najmanjom lisnom površinom

\*\* Signifikantne razlike na nivou od 1% u odnosu na varijantu s najmanjom lisnom površinom

sportu asimilata, kako bi se fotosintetički aparat oslobodio od nagomilanih produkata fotosinteze i tako stvorili uslovi za dalje povećanje ovog procesa. Azot potpomaže transformaciju visokomolekularnih polimernih jedinjenja ugljenih hidrata i belančevina u transportabilne oblike koje se iz starih listova premeštaju u mlade listove i tačke rasta. Pored ugljenika azot učestvuje u sintezi mnogobrojnih organskih materija, koje se odlikuju velikom fiziološkom aktivnosti, kao što su aminokiseline, belančevine, nukleinske materije itd. Veći deo azota usvojenog putem korena lucerka podvrgava se transformacijama i uključuje u organske materije neposredno u hloroplastima u procesu fotosinteze. Neke od ovih materija kao na primer hlorofil predstavlja strukturne komponente i glavne aktivatore hloroplasta. Azotna đubriva mogu u velikoj meri da utiču i na sastav i odnos primarnih produkata fotosinteze, a samim tim i na metabolizam azotnih materija u procesu fotosinteze.

Pored navedenog, neki autori kao na primer Andreeva (1971) i Ničiporović (1967) ističu da primena različitih nivoa azotne ishrane može da utiče na metabolizam belančevina od kojih zavisi građa i aktivnost izvesnih fermentnih sistema u hloroplastima. Kao rezultat promena u me-

Tabela 2 — Uticaj NPK mineralnih đubriva i stajnjaka na produktivnost fotosinteze lucerke (g/m<sup>2</sup> lisne površine za dan)

Varijante ishrane		Faza razvića Pupoljanje
Oranje na 25 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	1,00
	b. NPK	1,20
	c. NPK+stajnjak	2,88**
	LSD	0,51
	5%	0,85
	1%	
Oranje na 35 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	0,73
	b. NPK	1,01
	c. NPK+stajnjak	1,60*
	LSD	0,56
	5%	0,92
	1%	
Oranje na 45 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	0,74
	b. NPK	1,27*
	c. NPK+stajnjak	1,15*
	LSD	0,37
	5%	0,62
	1%	

\* Signifikantne razlike na nivou od 5% u odnosu na varijantu koja je imala najmanju produktivnost fotosinteze

\*\* Signifikantne razlike na nivou od 1% u odnosu na varijantu koja je imala najmanju produktivnost fotosinteze

tabolizmu belančevina može se povećati ili smanjiti aktivnost rasteња. U poslednje vreme dobijeni su podaci koji ukazuju da postoji pozitivna korelacija između aktivnosti odgovarajućih frakcija belančevina koje su srodne fermentu karboksilaza ribuloze difosfata i intenziteta fotosinteze. Smillie (1969) je pokazao da svetlost i azotna ishrana predstavljaju glavne faktore koji utiču na sintezu i aktivnost karboksilaze ribuloza difosfata. Prema tome azot je regulator procesa fotosinteze na nivou odgovarajućih fermenata.

Primena fosfora takođe ima veliki značaj za povećanje produktivnosti fotosinteze. Fosfor ima osobito veliki značaj za reutilizaciju asimilata iz listova u tačke rasta. Pri nedostatku ovog elementa menja se odnos između ATP/NADP—H<sub>2</sub> u fotofosforilisanju. Pri nedostatku fosfora ovaj se odnos smanjuje usled čega se povećava transformacija CO<sub>2</sub> po mehanizmu za koji nije potrebna energija ATP (obrazuju se organske i aminokiseline). Sinteza belančevina i drugih visokomolekularnih jedinjenja jako se smanjuje.

Tabela 3 — Uticaj NPK mineralnih đubriva i stajnjaka na visinu biološkog prinosa lucerke (kg senalja)  
(Proračun na bazi produktivnosti fotosinteze)

Varijante ishrane		Faze razvika	
		Početak pupoljanja	Početak cvetanja
Oranje na 25 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	1847,33	2040,66
	b. NPK	2589,66**	3831,50**
	c. NPK+stajnjak	2710,66**	3045,00**
	LSD	5% 312,47	415,47
	1%	517,04	687,47
Oranje na 35 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	1836,33	3175,66
	b. NPK	2232,33	5285,00**
	c. NPK+stajnjak	2617,66*	6993,33**
	LSD	5% 525,89	212,31
	1%	870,18	351,30
Oranje na 45 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	2315,33	3553,00
	b. NPK	2621,66	6325,33**
	c. NPK+stajnjak	2826,00	5554,33**
	LSD	5% 390,39	790,97
	1%	645,98	1308,79

\* Signifikantne razlike na nivou od 5% u odnosu na varijantu s najmanjim biološkim prinosom

\*\* Signifikantne razlike na nivou od 1% u odnosu na varijantu s najmanjim biološkim prinosom

### c. Biološki prinos

Prema podacima prikazanim u tab. 3. veći biološki prinos zapažen je u fazi cvetanja u odnosu na fazu pupoljanja. Primena NPK mineralnih i organskih đubriva odrazilo se pozitivno na povećanje biološkog prinosa. Povećanje biološkog prinosa rezultat je povećane produktivnosti fotosinteze svake jedinice lisne površine, s jedne strane i s druge strane kao i povećanja veličine ukupne lisne površine. Na tu činjenicu ukazuju i visoki pozitivni koeficijenti korelacije ( $r_a$ ) između produktivnosti fotosinteze i visine biološkog prinosa i veličine lisne površine. (tabela 4).

Tabela 4 — Obični koeficijenti korelacije ( $r_a$ ) između produktivnosti fotosinteze: veličine lisne površine i visine biološkog prinosa (Faza pupoljanja)

Varijante ishrane	Obeležja	Lisna površina	Biološki prinos
Oranje na 25 cm pri zasnivanju lucerišta	Produktivnost fotosinteze	0,95	0,99
	Produktivnost fotosinteze		
	a. Bez đubrenja	0,83	0,64
	b. NPK		
c. NPK+stajnjak			
	Produktivnost fotosinteze	0,46	0,90
Oranje na 35 cm pri zasnivanju lucerišta	Produktivnost fotosinteze	0,99	0,79
	Produktivnost fotosinteze		
	a. Bez đubrenja	0,96	—0,11
	b. NPK		
c. NPK+stajnjak			
	Produktivnost fotosinteze	0,40	0,09
Oranje na 45 cm pri zasnivanju lucerišta	Produktivnost fotosinteze	—0,58	0,23
	Produktivnost fotosinteze		
	a. Bez đubrenja	0,49	0,99
	b. NPK		
c. NPK+stajnjak			
	Produktivnost fotosinteze	—0,87	—0,90

Postoji visoka pozitivna korelacija između produktivnosti fotosinteze i visine biološkog prinosa, obični koeficijent korelacije  $r_a = 0,64$  do  $0,99$ . Pri oranju na 35 cm pri zasnivanju lucerišta koeficijent korelacije između ova dva obeležnja bio je niži:  $r_a = 0,09$  do  $0,79$ . Međutim pri oranju na 45 cm kod zasnivanja lucerišta koeficijenti korelacije bili su još manji.

Isto tako postoji pozitivna korelacija između produktivnosti fotosinteze i veličine lisne površine. Pozitivna korelacija ne postoji samo pri najdubljoj obradi, čak je u nekim slučajevima bila i negativna. Koeficijent korelacije između produktivnosti fotosinteze i veličine lisne površine kod varijante bez

đubrenja iznosi  $r_a = 0,95$ , kod varijante gde je primenjen NPK  $r_a = 0,83$ , a kod varijante NPK + stajnjak  $r_a = 0,46$ . Pri dubini obrade od 35 cm pri zasnivanju oranice koeficijent korelacije kod varijante bez đubrenja iznosio je  $r_a = 0,99$ , kod varijante gde je primenjen NPK  $r_a = 0,96$  i kod varijante gde je primenjen NPK + stajnjak  $r_a = 0,40$ .

#### d) Sadržaj hlorofila

Bishop (1959) je pokazao da se hlorofil iz lucerke kada dospe u životinjski organizam može transformisati u druga jedinjenja. Tako na primer hlorofil utiče na povećanje hemoglobina u krvi domaćih životinja. Naime hlorofil prvo prelazi u kompleks: hlorofil-filokeritrin koji je sličan hemoporfirinu i koji predstavlja prelaznu materiju između hlorofila i hematina. Prema podacima Sadirina (1945) ishrana životinja lucerkom i njenim proizvodima utiče na povećanje eritrocita u krvi životinja, hlorofil, takođe povećava otpornost životinjskog organizma prema bolestima.

Pored značaja hlorofila lucerke u ishrani domaćih životinja on ima i izvanredno važnu ulogu u fiziološkim procesima biljaka lucerke: u procesu fotosinteze, fotoperiodizmu, fotomorfogeneze, tropizmima, procesima raste- nja, pri oplodnji i razmnožavanju itd.

U fotosintezi hlorofil učestvuje u primarnim fotohemijskim reakcijama s kojima je povezano izdvajanje kiseonika i obrazovanje NADP-H i ATP.

Biosinteza hlorofila u biljkama lucerke između ostalog zavisi i od uslova gajenja. Prema podacima Čupine et al. (1973) na sintezu hlorofila veliki uticaj ima količina i odnos NPK mineralnih đubriva. Podaci prikazani u tab. 5 to lepo pokazuju. Signifikantne razlike u povećanju sadržaja hlorofila, kako na nivou 5, tako i 1% zapažene su pri upotrebi samo NPK mineralnih đubriva pojedinačno ili u kombinaciji sa stajnjakom. Varijanta bez đubrenja u svim slučajevima imala je najmanji sadržaj hlorofila. Pozitivan uticaj đubriva na sadržaj hlorofila osobito je izražen u fazi pupoljanja. U fazi cvetanja u nekim slučajevima varijanta bez đubrenja imala je veći sadržaj hlorofila u odnosu na primenu NPK mineralnih elemenata. Sadržaj hlorofila u listu lucerke u fazi pupoljanja i u fazi cvetanja je varirao kod pojedinih varijanata ispitivanja. Međutim može se reći da je sadržaj hlorofila u listu u ispitivanim fazama približno isti. To je donekle u saglasnosti s našim ranijim rezultatima Čupina (1973) gde smo dobili najveći sadržaj hlorofila u fazi pupoljanja i cvetanja. Prema sadržaju hlorofila proizlazi da je najpovoljnije (košenje lucerke u fazama pupoljanja i cvetanja, što je u praksi i uobičajeno, jer je u tim momentima najveća hranljiva vrednost lucerke.

#### e) Sadržaj karotinoida

Sveža lucerka, lucerkino seno i dehidrirano lucerkino brašno predstavljaju važne izvore provitamina A, A<sub>1</sub> i A<sub>2</sub> u ishrani domaćih životinja. Provitamini kao što je poznato predstavljaju komponente hranljive vrednosti lucerke. Karotinoidi pod uticajem fermenta karotinaze prelaze u životinjskom organizmu u provitamine A grupe.



Tabela 5 — Uticaj NPK mineralnih đubriva i stajnjaka na sadržaj hlorofila i karotinoida u listovima lucerke (mg na gram sveže materije lista)

Varijanta ishrane	F a z e r a z v i ć a				
	Početak pupoljanja		Početak cvetanja		
	Hlorofil (a+b)	Karotini	Hlorofil (a+b)	Karotini	
Oranje na 25 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	1,89	0,097	2,14**	0,087
	b. NPK	2,33*	0,128	1,90	0,105
	c. NPK+stajnjak	2,32*	0,108	2,73**	0,103
	LSD	5% 1%	0,41 0,67	— —	0,14 0,22
Oranje na 35 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	1,80	0,093	2,67**	0,090
	b. NPK	2,01*	0,091	1,93	0,086
	c. NPK+stajnjak	2,10**	0,113	2,54**	0,108
	LSD	5% 1%	0,18 0,29	— —	0,13 0,22
Oranje na 45 cm pri zasnivanju lucerišta	a. Bez đubrenja	1,90	0,106	1,57	0,098
	b. NPK	2,19	0,118	1,84**	0,114
	c. NPK+stajnjak	3,00**	0,121	2,40**	0,111
	LSD	5% 1%	0,39 0,65	— —	0,11 0,18

\* Signifikantne razlike na nivou od 5% u odnosu na varijantu koja je imala najmanji sadržaj pigmenta

\*\* Signifikantne razlike na nivou od 1% u odnosu na varijantu koja je imala najmanji sadržaj pigmenta

Veći sadržaj karotinoida zapažen je u fazi pupoljanja, a manji u fazi cvetanja. Prema rezultatima Gornicke (1969) i Britikov (1955) veći sadržaj karotina neposredno pred cvetanje povezano je njihovom ulogom u formiranju polnih ćelija.

Primena NPK mineralnih đubriva i stajnjaka utiče pozitivno na sadržaj karotinoida u listovima lucerke. Međutim ne postoje signifikantne razlike u povećanju kod ispitivanih varijanata đubrenja. Prema podacima Gudvina (1954) azot utiče na povećanje karotinoida na taj način što ulazi u sastav izvesnih jedinjenja koja služe kao prekursori u biosintezi karotina, a to su aminokiseline: cistin cistein itd. Uloga fosfora u biosintezi karotinoida prema Petrenku et al. (1970) povezano je s transformacijom fosfora u fotofosforilisanju. Naime transformacija epoksikarotina odvija se sinhronizovano sa uključivanjem neorganskog fosfata u proces fotofosforilisanja.

Na bazi ovih rezultata, kao i na bazi naših ranijih rezultata Čupina et al. (1973) možemo zaključiti da vrlo važan faktor za povećanje biološke,

odnosno provitaminske vrednosti lucerke predstavlja primena NPK mineralnih i organskih đubriva. To ima veliki praktični značaj, jer lucerka predstavlja važnu komponentu u ishrani domaćih životinja.

Biosinteza hlorofila i karotinoida kao provitamina odvija se neposredno uz učešće fotosintetičkog aparata lucerke. Intenzitet sinteze ovih jedinjenja, kao i intenzitet procesa fotosinteze u velikoj meri zavisi od usvajanja NPK mineralnih elemenata iz zemljišta. S druge strane za apsorpciju mineralnih elemenata iz zemljišta i za njihovo prenošenje u nadzemne delove biljaka lucerke potrebna je energija sunčeve svetlosti koja se apsorbuje hlorofilom i karotinoidima. Tako se fotosinteza i mineralna ishrana dopunjavaju međusobno i tako čine jedinstven mehanizam ishrane lucerke u širem smislu (Ćupina et al. 1973).

### ZAKLJUČAK

Na osnovu dobivenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Sadržaj hlorofila kod nekih varijanata ishrane bio je veći u fazi pupoljanja, a kod nekih u fazi cvetanja. Sadržaj karotinoida kod svih varijanata bio je u fazi pupoljanja. Ovo nam potvrđuje da je opravdano kositi lucerku u ovim fazama razvika, jer tada ima povećanu biološku vrednost.

Veličina asimilacione površine značajno raste primenom NPK mineralnih i organskih đubriva i to kako u fazi pupoljanja, tako i u fazi cvetanja lucerke.

Veličina produktivnosti fotosinteze (neto asimilacija) kao i veličina asimilacione površine rastu primenom đubrenja. U vezi s tim zapaža se i porast biološkog prinosa, pri upotrebi mineralnih i organskih đubriva.

Postoji visoka pozitivna korelacija između pokazatelja produktivnosti fotosinteze: veličine asimilacione površine i biološkog prinosa.

Intenzitet fotosinteze u velikoj meri zavisi od usvajanja NPK mineralnih elemenata iz zemljišta, s druge strane za apsorpciju ovih elemenata iz zemljišta potrebna je apsorpcija energije sunčeve svetlosti od strane fotosintetičkog aparata lucerke.

### LITERATURA

1. Ćupina T., Geri I.: Uticaj nekih faktora na obrazovanje biljnih pigmenta kod različitih sorata pšenice. *Savremena poljoprivreda* 4, 1961.
2. Popova I. A.: Razradotka i primenenie metoda hromatografii na bumage dlja isledovanija svojstv i fiziologičeskoj roli pigmentov plastid (autoreferat doktorskoj disert.) Leningrad, 1964.
3. Ćupina T., Jocić B.: Ispitivanje povezanosti između fotosintetičke aktivnosti biljaka kukuruza i prinosa. *Zbornik radova Instituta za poljoprivredna istraživanja u N. Sadu*, sveska 8, Novi Sad 1972.
4. Andreeva T. F., Avdeeva T. A., Vlesova M. P., Ngu En Th i u t Hiok., Ničiporovič A. A.: Vlijanie azotnogo pitanija rastnij na strukturu i funkciju fotosintetičeskogo aparata. *Fiziologija rastenij*. Tom. 18, vip. 4, 1971.

5. Ničiporovič A. A., Osipova O. P., Nikolaeva M. K., Romanko E. G., tetičesogo aparata rastenij i azotnij obmen. Fiziologija rastenij Hejn H. J., Slobodskaja G. A., Krivov J. V.: Aktivnost fotosin-Tom 14, vip. 5. 1967.
6. Smillie R. M., Skot N. S.: Prog. in molecular and subcelular. Biol. 1., 163., Springer—Verlag, Berlin—Heidelberg—New York, 1969.
7. Bishop N. I.: The photochemical apparatus its structure and functio. Biology department Brookhaven national laboratory, Upton, New York, 1959.
8. Sdirin M. M.: Hlorofill i ego vlijanie na organizm životnogo. Žurnal obšej biologii, Tom. 6, No 4, Moskva 1945.
9. Čupina T., Vasiljević Lj.: Uticaj količine i odnosa NPK na sadržaj hlorofila i karotinoida kod lucerke. Savremena poljoprivreda, 11—12, 1973.
10. Gornickaja I. P.: Soderžanie karotina v generativnih organa ogurcov i plodoobrazovanie pri iskustvenom opilenii cvetkov raznih jarusov. Fiziologija rastenij. Tom 16. vip. 5., 1969.
11. Britikov E. A., Laščenikova P. N., Visarionova V. J.: O mehanizme dejstva čužerodnoj pilci na samooplodotvorenje perekresnoopi-litelej, Fiziologija rastenij. Tom 2, vip. 5, 1955.
12. Petrenko S. G., Berštein B. I., Volkova H. B., Okanenko A. S., Ostrovskaia T. A., Neingard Semenjuk I. I., Jasnikova A. A.: O mehanizme učastija karotinojdiv v obrazovanii ATP v hloroplastah. Fiziologija i Biohimija selskohozjajstvenih rastenij. Azd. »Naukova dumka«, Tom. 2. vip. 2, Kiev, 1970.

#### PHOTOSYNTHETIC ACIVITY OF ALFALFA IN DEPENDANCE OF MINERAL NUTRITION

by

**Dr Tomislav Cupina**  
**Stevan Jocić, Eng.,**  
**Ljubinko Vasiljević, Eng.**

#### S u m m a r y

The tests were performed in field conditions. The test variants were different quantities of NPK mineral fertilizers.

The following conclusions can be drawn:

The chlorophyll content was higher at the stage of budding in some nutrition variants; in another, it was higher at the stage of flowering. The carotenoid content was higher at the stage of budding in all the variants. This confirms the statement that it is justifiable to mow alfalfa at these stages of development because the it has an increased biological alue.

The assimilation area size grows significantly with the application of increased quantities of NPK mineral and organic fertilizers at both stages.

The volume of photosynthetic productivity (net assimilation) increases with the application of increased quantities of fertilizers. Also, an increase of biological yield was registered.

In most cases there is a high positive correlation between the two indicators of photosynthetic productivity, the assimilation area size and biological yield.

The intensity of photosynthesis depends on the NPK uptake; on the other hand, the sunlight absorbed in the process of photosynthesis is necessary for the absorption of these elements from the soil.