

DINAMIKA USVAJANJA HRANIVA I AKUMULACIJA SUHE TVARI KONOPLJE U OVISNOSTI O GNOJIDBI DUŠIKOM

NUTRIENT UPTAKE DYNAMICS AND DRY MATTER ACCUMULATION IN HEMP IN RELATION TO NITROGEN FERTILIZATION

**Zvezdana Augustinović, M. Pospišil, Jasminka Butorac,
Marija Vukobratović, Tomislava Peremin-Volf, I. Katana**

SAŽETAK

U dvogodišnjim poljskim pokusima (2004. i 2005. godine) na pokušalištu Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima provedena su istraživanja s ciljem utvrđivanja utjecaja rastućih količina dušika (0, 60, 120, 180 kg N/ha) u gnojidbi na akumulaciju suhe tvari te dinamiku usvajanja dušika, fosfora i kalija kod industrijske konoplje. Biljni materijal za analizu uziman je četiri puta tijekom vegetacije (20, 40, 60 i 80 dana nakon nicanja). Utvrđeno je da se povećavanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha akumulacija suhe tvari povećavala, međutim dobivene razlike statistički su značajne samo u suhoj 2005. godini i to u početnim fazama vegetacije (20 i 40 dana nakon nicanja). Najveća akumulacija suhe tvari odvija se između 40-tog i 60-tog dana nakon nicanja.

U obje godine istraživanja udio dušika u suhoj tvari biljke značajno je rastao s povećanjem količine dušika datog gnojidbom samo između 20 i 40 dana nakon nicanja, dok nakon toga razdoblja količina dušika nije imala značajnog utjecaja na apsorpciju dušika. Najveća apsorpcija dušika odvija se između 20-tog i 40-tog dana nakon nicanja. Gnojidba dušikom u prvim fazama vegetacije rezultirala je smanjenjem, a u kasnijim fazama vegetacije povećanjem apsorpcije fosfora. Najintenzivnija apsorpcija fosfora odvija se između 20. i 40-tog dana nakon nicanja. Gnojidba dušikom nije imala utjecaja na apsorpciju kalija, a najveći udio kalija u suhoj tvari biljke utvrđen je 40 dana nakon nicanja.

Ključne riječi: konoplja, gnojidba dušikom, suha tvar, dušik, fosfor, kalij

ABSTRACT

Two-years field trials (2004 and 2005), carried out on Križevci College of Agriculture experimental field sites, aimed at determining the effect of fertilization with increasing nitrogen quantities (0, 60, 120, 180 kg N/ha) on hemp dry matter accumulation and nitrogen, phosphorus and potassium uptake dynamics. Plant material for analyses was taken four times during the growing season (20, 40, 60 and 80 days after emergence). With increasing nitrogen quantities from 0 to 180 kg/ha accumulation of dry matter was increasing but statistically significant only in 2005 in initial vegetation stages (20 and 40 days after emergence). The most intensive accumulation of dry matter was between 40th and 60th day after emergence.

In both years nitrogen content in plant dry matter was significantly increased with increasing amounts of nitrogen fertilizer only in the first two samplings 20 and 40 days after emergence, whereas after this period, nitrogen fertilizer quantity had no significant effect on the nitrogen content in plant dry matter. Maximum absorption of nitrogen was between 20 and 40 days after emergence. Nitrogen fertilization in early stages of vegetation resulted in a decrease of phosphorus share in dry matter and at the later stages of vegetation in an increase absorption of phosphorus. The most intensive absorption of phosphorus was between 20 and 40 days after emergence. Nitrogen fertilization had no effect on the absorption of potassium, and the largest proportion of potassium in plant dry matter was determined 40 days after emergence.

Key words: hemp, nitrogen fertilization, dry matter, nitrogen, phosphorus, potassium uptake

UVOD

Konoplja (*Cannabis sativa* L.) je stoljećima zbog povoljnih agroekoloških uvjeta za proizvodnju bila, uz lan, naša glavna prediva biljka. Posljednjih desetak godina primjetan je povećani interes za ponovni uzgoj ove kulture (Struik i sur. 2000, Mohanty i sur. 2002), a glavni razlog je povratak prirodnim, biorazgradivim materijalima. Stoga je za očekivati da će se u skoroj budućnosti konoplja ponovo naći i na našim poljima kao važna sirovina ne samo za

potrebe tekstilne industrije, već i za niz drugih namjena kao što su proizvodnja biomase, papira, dijelova u automobilskoj industriji, građevnih ploča, izolacijskih materijala, ulja i dr.

Danas je fokus mnogih istraživanja usmjeren na reagiranje konoplje na klimatske i agrotehničke čimbenike. Gnojidba, odnosno količina dušika potrebna za odgovarajuću kvalitetu stabljike je važan čimbenik u proizvodnji konoplje. Poznato je da se pravilnom gnojidbom stvaraju povoljni uvjeti za rast i razvoj svih kultura te se ublažava negativan utjecaj klimatskih čimbenika (Starčević, 1996).

Iako je uvriježeno mišljenje da je konoplja kultura koja uspijeva gotovo na svakom tlu i uz primjenu minimalne agrotehnikе, mnogi autori ističu da visoke prinose možemo očekivati samo na kvalitetnijim tlima i uz intenzivnu agrotehniku (Van der Werf, 1991; Dippenaar i sur. 1996; Hendrischke i sur. 1998; Ranalli, 1999).

Konoplja spada u skupinu poljoprivrednih kultura koje za stvaranje visokih prinosa zahtijevaju veće količine hraniva. Uzevši u obzir svojstvo konoplje da podnosi visoku koncentraciju hraniva u tlu, količine gnojiva mogu biti vrlo visoke, međutim, takva gnojidba nema ekonomskog i ekološkog opravdanja. Poznato je da je moć upijanja konoplje slaba te da je korijen fiziološki nesposoban iz tla izvlačiti hraniva koja se nalaze u teško topljivim spojevima. Stoga, za normalan razvoj konopljine biljke u svrhu postizanja maksimalnog prinosa biomase potrebno je da za vrijeme vegetacije u pojedinim fazama mineralna hraniva stoje biljci na raspolaganju u dovoljnim količinama.

Praćenjem količine pojedinih hraniva u suhoj tvari biljke može se procijeniti dinamika njihove apsorpcije tijekom vegetacije, odnosno dinamika potreba biljke za pojedinim hranivima. Najstariji pristupačni podaci o problemu apsorpcije hraniva kod konoplje su oni Prjanišnikova i Jakušina (1936., cit. Ritz 1972).

Potrebe konoplje za hranivima u vrijeme vegetacijskog razdoblja nisu ravnomjerne, tvrde Vaša i sur. (1965., cit. Ritz 1972). Najviše dušika i kalija konoplja zahtijeva u tijeku intenzivnog porasta tj. pred pupanje pa do pune cvatnje. Fosfor uzima ravnomjerno tijekom vegetacije da bi se ponekad u fazi stvaranja cvjetova i u tijeku cvatnje potrebe nešto povećale. U početnom razdoblju rasta, približno 30 do 70 dana nakon nicanja, biljka utroši oko 75%

dušika i kalija od ukupne potrebne količine za vrijeme vegetacije (Listowski i sur. 1964., cit. Ritz 1972).

Ritz (1972) navodi da konoplja najviše dušika apsorbira 20-25 dana nakon nicanja, nakon čega apsorpcija postaje sve manja. Kasno unošenje dušika u prihranjivanju, a osobito većih količina negativno utječe na prinos i kvalitetu vlakna (Gorškov 1957., cit. Ritz 1972), kao i visoke količine dušika (Starčević, 1979). Drugim riječima, dušik treba primijeniti prije sjetve ili najkasnije u fazi 3 para listova.

MATERIJAL I METODE

Istraživanja su provedena na pokušalištu Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2004. i 2005. godine. U pokusu su istraživane tri razine gnojidbe dušikom i bez gnojidbe dušikom (0, 60, 120 i 180 kg N/ha) u četiri roka uzimanja uzoraka (20, 40, 60 i 80 dana nakon nicanja). Za istraživanje je korištena mađarska dvodomna sorta Kompolti. Pokus je postavljen po shemi slučajnog bloknoeg rasporeda u pet ponavljanja. Veličina osnovne parcele bila je 63 m². Predusjev konoplji u obje godine istraživanja bila je pšenica. Osnovna gnojidba obavljena je u jesen, prije oranja, gnojivima NPK 7:20:30 i UREA (46% N) izuzev varijanti bez gnojidbe dušikom i gnojidbe sa 60 kg N/ha kod kojih je osnovna gnojidba izvršena gnojivima bez dušika, odnosno nadopunjena Triplex-om (45% P₂O₅) i KCl-om (60% K₂O).

Predsjetvena gnojidba obavljena je u proljeće, prije tanjuranja gnojivima NPK 15:15:15 i KAN-om (varijante gnojene sa 60, 120 i 180 kg N/ha), dok su na varijanti bez gnojidbe dušikom primijenjena gnojiva bez dušika (Triplex i KCl). Na svim varijantama fosfora je dano 115 kg/ha, a kalija 150 kg/ha. Od te količine, 60% P₂O₅ i 70% K₂O je zaorano u jesen, a 40% P₂O₅ i 30% K₂O primijenjeno je u proljeće kod pripreme tla za sjetvu.

Prihrana je izvršena kod svih varijanata, izuzev varijante bez gnojidbe dušikom KAN-om (27% N), 25 dana nakon nicanja konoplje, kad je biljka imala tri do pet listova. Sa svake parcelice uziman je prosječni uzorak po 10 biljaka za kemijske analize. Prvo uzimanje uzoraka obavljeno je 20 dana nakon nicanja te još tri puta u razmacima od 20 dana (20, 40, 60 i 80 dana nakon nicanja).

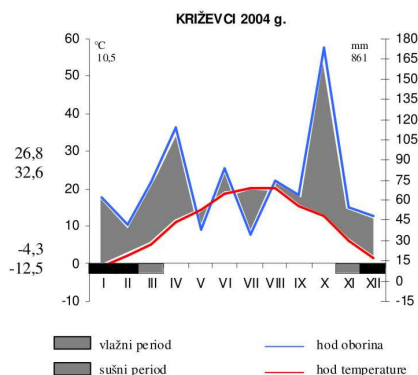
U 2004. godini sjetva je izvršena 12. 04., potpuno nicanje utvrđeno je 20. 04., a prvo uzorkovanje obavljeno je 10. 05. U 2005. godini sjetva je izvršena 11. 04., potpuno nicanje utvrđeno je 22. 04., a prvo uzorkovanje obavljeno je 12. 05. Po uzimanju uzoraka biljke su oprane, izvagane u svježem stanju, a zatim izrezane u sitne komade i sušene na 105 °C i opet vagane. Ovako suhi uzorci samljeveni su u mlinu i pripremljeni za kemijske analize.

Standardnim analitičkim metodama za biljni materijal određivani su dušik, fosfor i kalij (AOAC, 1995). Utjecaj gnojidbe na istraživane parametre utvrđen je analizom varijance, a prosječne vrijednosti uspoređene su LSD testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

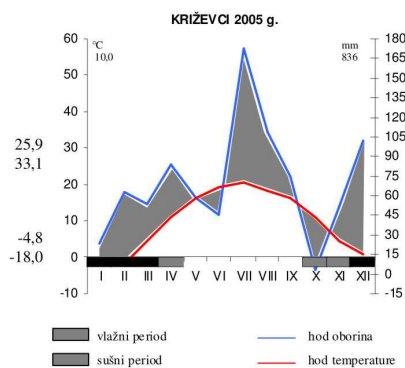
KLIMATSKE PRILIKE I OBILJEŽJA TLA

Za prikaz najvažnijih meteoroloških pokazatelja korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda, Agrometeorološke postaje u Križevcima.

Prosječne vrijednosti mjesečnih količina oborina i srednjih mjesečnih temperatura zraka prikazane su na klimadijagramu prema Walteru (grafikon 1. i 2.).



Grafikon 1: Klimadijagram po Walteru za 2004. godinu
Graph 1. Climadiagram according to Walter for Križevci, 2004.



Grafikon 2: Klimadijagram po Walteru za 2005. godinu
Graph 2. Climadiagram according to Walter for Križevci, 2005

Za uspješan uzgoj konoplje od presudne je važnosti količina oborina tijekom lipnja (Bócsa i Karus 1998.), dok prema Reichert-u (1994.) konoplja najviše vode treba u prvih šest tjedana rasta, dakle tijekom travnja i djelomice svibnja.

Travanj 2004. godine bio je izrazito vlažan mjesec s čak 113,3 mm oborina, a u svibnju je nastupilo kraće sušno razdoblje. U 2005. godini nepovoljno sušno razdoblje pojavilo se nešto ranije, već sredinom svibnja i trajalo je sve do polovice lipnja, te možemo pretpostaviti da su takve vremenske prilike imale nepovoljan utjecaj na usvajanje hraniva u toj godini istraživanja.

Srednje mjesečne temperature zraka tijekom vegetacijskog razdoblja (travanj-srpanj) u obje godine istraživanja bile su povoljne za rast i razvoj konoplje.

Za visoke prinose stabljike i vlakna konoplja zahtijeva duboka, plodna i strukturna tla. Najbolje uspijeva na černozeu, aluviju i eutrično smeđem tlu (Butorac, 2009). Tlo pokusnog polja Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima na kojem su bili postavljeni pokusi je pseudoglej obronačni eutrični antropogenizirani (Špoljar i sur. 1999).

Kemijska svojstva tla prikazana su na tablici 1. U obje godine istraživanja konoplja je uzgajana na kiselom tlu (pH u 1 MKCl-u je iznosio 4,73 i 4,77) te slabo humoznom tlu (sadržaj humusa iznosio je 1,41 do 1,63%). Opskrbljenost tla dušikom je umjerena (0,08-0,09%), a fiziološki aktivnim fosforom dobra (18,16 mg P₂O₅/100 g tla u 2004., odnosno 18,66 mg P₂O₅/100 g tla u 2005. godini). U 2004. godini tlo je bogato opskrbljeno kalijem (23,70 mg K₂O/100 g tla), a u 2005. umjereno (14,75 mg K₂O/100 g tla).

Tablica 1. Kemijska svojstva oraničnog sloja tla dubine 0-30 cm, Križevci

Table 1. Chemical properties of soil (0-30 cm depth), Križevci

Godina	Reakcija (pH)		Humus	Ukupni N	Al-metoda, mg/100 g tla	
	H ₂ O	1 M KCl	%	%	P ₂ O ₅	K ₂ O
2004.	5,93	4,73	1,63	0,09	18,16	23,70
2005.	6,18	4,77	1,41	0,08	18,66	14,75

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Dinamika akumulacije suhe tvari (g/biljci) tijekom vegetacije konoplje ovisno o količini dušika u gnojidbi prikazana je na tablici 2. S povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha akumulacija suhe tvari se povećavala. Dobiveni rezultati su u skladu s rezultatima Svennerstedt-a i Svensson-a (2006) koji su također povećavajući količinu dušika u gnojidbi ostvarili veću akumulaciju suhe tvari.

U 2004. godini razlike nisu bile statistički značajne dok su u 2005. godini razlike između varijanata gnojidbe bile statistički značajne u ranijim fazama vegetacije, tj. 20 i 40 dana nakon nicanja konoplje. Može se primijetiti da akumulacija suhe tvari uvelike ovisi o vremenskim prilikama. Naime, u 2004. godini, koja je po količini oborina u ranijim fazama vegetacije bila povoljnija za uzgoj konoplje, u prva dva roka uzimanja uzoraka kod svih varijanata gnojidbe akumulirano je više suhe tvari u odnosu na 2005. godinu. U kasnijim rokovima uzimanja uzoraka te razlike nisu uočljive.

Tablica 2. Akumulacija suhe tvari (g/biljci) tijekom vegetacije konoplje ovisno o gnojidbi dušikom

Table 2. Accumulation of dry matter (g/plant) during the growing period in relation to nitrogen fertilization

Količina dušika (kg/ha)	Dana nakon nicanja			
	20	40	60	80
2004.				
0	1,14	2,38	8,04	9,94
60	1,14	2,56	8,09	9,93
120	1,17	2,68	8,55	10,51
180	1,23	3,14	8,76	10,58
LSD _{0,05}	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,01}	NS	NS	NS	NS
2005.				
0	0,49	1,38	8,97	9,52
60	0,96	2,44	8,98	9,84
120	1,14	3,79	9,14	9,86
180	1,36	4,33	10,86	10,88
LSD _{0,05}	0,46	1,54	NS	NS
LSD _{0,01}	0,65	2,16	NS	NS

Promatrajući dobivene rezultate po rokovima uzimanja uzoraka vidljivo je da je u razdoblju između 40 - tog i 60 - tog dana nakon nicanja akumulirano najviše suhe tvari po biljci kod svih varijanata gnojidbe u obje godine istraživanja. U istraživanjima Iványi-a i sur. (1997) najintenzivnija akumulacija suhe tvari odvija se od kraja mjeseca svibnja do sredine lipnja što je u skladu s rezultatima ovih istraživanja.

Količina dušika u suhoj tvari biljke jedan je od važnih pokazatelja potreba biljke za ovim hranivom tijekom vegetacije.

Kod uzgoja konoplje za vlakno treba imati na umu da se s povećanjem količine dodanog dušika povećava prinos ali se smanjuje kvaliteta stabljike (Vander Werf i sur. 1995, Venturi i Amaducci, 1997). Stoga je od velike važnosti znati kada su najveće potrebe konoplje za ovim hranivom, odnosno kada će njegova apsorpcija biti najintenzivnija.

Postotak dušika u suhoj tvari biljke tijekom vegetacije konoplje u ovisnosti o gnojidbi dušikom prikazan je na tablici 3.

Vidljivo je da je u obje godine istraživanja udio dušika u suhoj tvari biljke značajno rastao s povećanjem količine dušika u gnojidbi samo u prva dva roka uzimanja, tj. 20 i 40 dana nakon nicanja, dok nakon tog razdoblja gnojidba nije imala utjecaja na sadržaj N. Prema istraživanjima Ritz-a (1972) gnojidba dušikom nije imala utjecaja na dinamiku nakupljanja toga hraniva niti u jednoj fazi vegetacije.

Najveća apsorpcija dušika odvija se u razdoblju 20 do 40 dana nakon nicanja, a u kasnijim fazama vegetacije apsorpcija dušika je manja. Prema ovim rezultatima možemo zaključiti da konoplja ima u stvari veoma kratko razdoblje intenzivnog nakupljanja dušika (svega dvadesetak dana) te je sigurno da će rast biljke u prvim fazama vegetacije ovisiti o količini pristupačnog dušika u tlu. I prema Starčeviću (1979) konoplja treba dušik u prvom dijelu vegetacije, a nakon što biljka formira prva tri para listova gnojidba dušikom više nema opravdanja.

Prema istraživanjima Listowskog i sur. (1964., cit. Ritz 1972) intenzivna akumulacija dušika traje nešto duže, do 70 dana nakon nicanja usjeva, a prema Iványi-u i sur. (1997) najintenzivnije usvajanje dušika je od sredine do kraja mjeseca lipnja, odnosno između 60-tog i 70-tog dana nakon nicanja konoplje.

Tablica 3. Udio dušika (%) u suhoj tvari biljke tijekom vegetacije konoplje u ovisnosti o gnojidbi dušikom

Table 3. Nitrogen content (%) in dry matter during the growing period in relation to nitrogen fertilization

Količina dušika (kg/ha)	Dana nakon nicanja			
	20	40	60	80
2004.				
0	1,57	3,05	0,92	0,71
60	1,46	2,89	0,96	1,05
120	1,65	2,97	0,99	0,83
180	2,34	3,74	1,04	0,89
LSD _{0,05}	0,16	0,30	NS	NS
LSD _{0,01}	0,22	0,42	NS	NS
2005.				
0	1,69	2,81	1,00	0,81
60	1,61	2,94	1,26	1,05
120	1,73	2,98	1,09	1,06
180	1,93	3,70	1,09	0,97
LSD _{0,05}	0,21	0,15	NS	NS
LSD _{0,01}	0,30	0,21	NS	NS

U ranijim fazama vegetacije (20 i 40 dana nakon nicanja) s povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha udio fosfora u suhoj tvari biljke smanjivao se statistički značajno kod prvog uzorkovanja u 2005., odnosno kod drugog uzorkovanja u 2004. godini (tablica 4.).

U kasnijim fazama vegetacije (60 dana nakon nicanja u 2004. i 60 i 80 dana nakon nicanja u 2005. godini) statistički značajno najviše fosfora usvojeno je pri gnojidbi s 180 kg N/ha.

Fosfor se usvaja gotovo jednolično u svim fazama vegetacije, ali najveći udio fosfora u suhoj tvari biljke utvrđen je 40 dana nakon nicanja, odnosno najintenzivnija akumulacija fosfora odvija se od 20 do 40 dana nakon nicanja konoplje.

Vidljivo je da je pad koncentracije fosfora ravnomjerniji i slabije izražen u odnosu na dušik.

Tablica 4. Udio fosfora (%) u suhoj tvari biljke tijekom vegetacije konoplje u ovisnosti o gnojidbi dušikom

Table 4. Phosphorus content (%) in dry matter during the growing period in relation to nitrogen fertilization

Količina dušika (kg/ha)	Dana nakon nicanja			
	20	40	60	80
2004.				
0	0,68	1,11	0,54	0,45
60	0,67	0,77	0,36	0,45
120	0,62	0,71	0,46	0,54
180	0,52	0,90	0,60	0,65
LSD _{0,05}	NS	0,13	0,15	NS
LSD _{0,01}	NS	0,18	0,20	NS
2005.				
0	0,91	0,94	0,49	0,68
60	0,69	0,85	0,38	0,42
120	0,63	0,78	0,48	0,56
180	0,60	0,74	0,59	0,81
LSD _{0,05}	0,16	NS	0,11	0,21
LSD _{0,01}	0,22	NS	0,16	0,29

Tablica 5. Udio kalija (%) u suhoj tvari biljke tijekom vegetacije konoplje u ovisnosti o gnojidbi dušikom

Table 5. Potassium content (%) in dry matter during the growing period in relation to nitrogen fertilization

Količina dušika (kg/ha)	Dana nakon nicanja			
	20	40	60	80
2004.				
0	3,64	3,99	2,88	1,56
60	3,50	4,16	2,23	1,65
120	3,84	4,44	2,51	1,75
180	3,20	4,62	2,33	1,77
LSD _{0,05}	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,01}	NS	NS	NS	NS
2005.				
0	4,03	4,19	2,66	1,60
60	3,49	4,26	2,38	1,65
120	3,78	4,31	2,44	1,72
180	3,30	4,39	2,31	1,85
LSD _{0,05}	NS	NS	NS	NS
LSD _{0,01}	NS	NS	NS	NS

Najveći udio kalija u suhoj tvari biljke utvrđen je 40 dana nakon nicanja a statistički značajnih razlika između varijanata gnojidbe nema (tablica 5). U istraživanjima Iványi-a i sur. (1997) najintenzivnija akumulacija kalija odvija se paralelno s najintenzivnijom akumulacijom dušika tj. od sredine do kraja mjeseca lipnja, odnosno između 60-tog i 70-tog dana nakon nicanja konoplje.

Čini se da je količina fosfora, a pogotovo količina kalija više pod utjecajem njihovog sezonskog kolebanja nego pod utjecajem količine primijenjenog dušika.

ZAKLJUČAK

- S povećanjem količine dušika u gnojidbi od 0 do 180 kg/ha povećavala se akumulacija suhe tvari, međutim, statistički značajno samo u 2005. godini i to u početnim fazama vegetacije (20 i 40 dana nakon nicanja konoplje).
- Najveća akumulacija suhe tvari odvija se između 40-tog i 60-tog dana nakon nicanja konoplje.
- U obje godine istraživanja udio dušika u suhoj tvari biljke značajno je rastao s povećanjem količine dušika u gnojidbi samo između 20 i 40 dana nakon nicanja.
- Dušik konoplja počinje apsorbirati odmah nakon nicanja, međutim, najveći udio dušika u suhoj tvari biljke utvrđen je 40 dana nakon nicanja. U prvim fazama vegetacije (20 i 40 dana nakon nicanja) s povećanjem količine N u gnojidbi udio fosfora se smanjivao dok je u kasnijim fazama vegetacije gnojidba sa 180 kg N/ha rezultirala značajno većom apsorpcijom fosfora.
- Najintenzivnija akumulacija fosfora odvija se od 20 do 40 dana nakon nicanja konoplje.
- Najveći udio kalija u suhoj tvari biljke utvrđen je 40 dana nakon nicanja.

LITERATURA

1. AOAC (1995): Official method of analysis of AOAC International. 16th Edition, Vol. I, Arlington, USA.
2. Butorac, Jasminka (2009): Predivo bilje. Kruger d.o.o., Zagreb, pp. 5-34

3. Bócsa, I., Karus, M. (1998): The cultivation of hemp. Botany, varieties, cultivation and harvesting. Hemptech, Sebastoplo, California, USA ISBN 1-886874-03-4, pp.184.
4. Dippenaar, M.C. Du Toit, C.L.N. Botha-Greeff, M.S. (1996): Response of hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties to conditions in Northwest Province, South Africa. Journal of the international hemp association, 3(2):63-66.
5. Hendrischke, Katja, Lickfett, T., Von Buttlar, H. B. (1998): Hemp: a ground water protecting crop. Yields and nitrogen dynamics in plant and soil, Journal of the International Hemp Association. 58(1):24-28.
6. Iványi, I. Izsáki, Z., Van der Werf, H. M. G. (1997): Influence of nitrogen supply and P and K levels of the soil on dry matter and nutrient accumulation of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Journal of the International hemp association. 4(1):82-87.
7. Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T. (2002): Sustainable bio-composites from renewable resources: opportunities and challenges in the green materials world. Journal of polymers and the environments, 10(1):19-26.
8. Ranalli, P. (1999): Agronomical and physiological advances in hemp crops (ed. Ranalli. Advances in hemp research, The Haworth Press, pp. 61-84.
9. Reichert, G. (1994): Government of Canada: Report on hemp. Bi_Weekly Bulletin, Vol. 7, No. 23.
10. Ritz, J. (1972): Apsorpcija hraniva (NPK) kod konoplje. Poljoprivredna znanstvena smotra, 28(10): 117-126.
11. Starčević, Lj. (1979): Ispitivanje odnosa nekih anjona i katjona (N, S, P, K, Ca i Mg) i njihovo dejstvo na prinos, kvalitet vlakna i sadržaj u pojedinim organima konoplje, matica srpska, Zbornik za prirodne nauke, pp. 57.
12. Starčević, Lj. (1996): Production technology of fibre hemp. Agricultural engineering, 2, (1-2): 12-22.
13. Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M. J. Stutterheim, N.C., Venturi, G., Cromack, H. T. H. (2000): Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. Industrial crops and products, 11:107-118.
14. Svennerstedt, B., Svensson, G. (2006): Hemp (*Cannabis sativa* L.) trials in southern Sweden 1999-2001. Journal of industrial hemp, 11(1):17-25.
15. Špoljar, A., Jagar, N., Stojnović, M. (1999): Utjecaj grahorice kao pretkulture na značajke tla. Agronomski glasnik, 1(2):43-49.
16. Van der Werf, H. M. G. (1991): Agronomy and crop physiology of fibre hemp, a literature review. CABO Report Wageningen (Ne), 142: 1-16.

17. Van der Werf, H.M.G., Brouwer, K., Wijlhuizen, M., Withagen, M. (1995):
The effect of temperature on leaf appearance and canopy establishment in fiber
hemp (*Cannabis sativa* L.). *Annals of applied biology*, 126:551-561.
18. Venturi, G., Amaducci, M. T. (1997): Effect of nitrogen fertilizer rate and
sowing rate on yield and technological characteristics of *Cannabis sativa* L.
Rivista di Agronomia, 31(3): 616-623.

Adrese autora - author's addresses:

Dr. sc. Zvezdana Augustinović
Dr. sc. Marija Vukobratović
Mr. sc. Tomislava Peremin-Volf
Ivan Katana, bacc.ing.agr.
Visoko gospodarsko učilište
M. Demerca 1, Križevci
e-mail:zaugustinovic@vguk.hr

Primljeno – received:

28.02.2012.

Prof. dr. sc. Milan Pospišil
Prof. dr. sc. Jasminka Butorac
Agronomski fakultet
Sveučilište u Zagrebu
Svetošimunska cesta 25, Zagreb

