

**VPLIV GNOJENJA HMELJA Z DUŠIKOM NA VSEBNOST NITRATA V PIVU**Dušica MAJER<sup>1</sup>, Majda VIRANT<sup>2</sup>

UDK / UDC 631.879:633.48 (045)  
izvirni znanstveni članek / original scientific article  
prispelo / received: 24.10. 2007  
sprejeto / accepted: 28.12.2007

**IZVLEČEK**

Slovenski hmeljarji so vse bolj orientirani na ekološko uravnoteženo pridelavo hmelja in vzpostavitev sistema naključne analize kritičnih kontrolnih točk v postopku pridelave hmelja. Pomembna komponenta pri ugotavljanju kritičnih točk za pivo je tudi kontrola prehrane hmeljnih rastlin z dušikom in ugotavljanje odražanja različnih odmerkov dušikovih gnojil na kakovost piva kot končnem produktu. Vsebnost nitrata v hmeljnih storžkih je lahko precej različna glede na različno količino dodanega dušikovega gnojila, posledično pa se odraža tudi v večji ali manjši vsebnosti nitrata v pivu.

**Ključne besede:** *Humulus lupulus*, dušik, gnojenje, nitrat, pivo

**INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION OF HOPS ON A NITRATE CONTENT IN BEER****ABSTRACT**

Slovene hop growers are more and more focused on ecologically balanced production of hop and on the restoration of the system of hazard analysis and critical control points. Very important component of finding the critical control points for beer is also the control of plant nutrition with nitrogen and investigating the reflect of different quantities of nitrogen fertilizers in the quality of beer as the final product. The contents of nitrate in hop cones can be very different considering different quantities of added nitrogen fertilizer and the result is bigger or smaller content of nitrate in beer.

**Key words:** *Humulus lupulus*, nitrogen, fertilization, nitrate, beer

---

<sup>1</sup> Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Celovška 135, 1000 Ljubljana, Slovenija; [dusica.majer@kgzs.si](mailto:dusica.majer@kgzs.si)

<sup>2</sup> Agrohop d.o.o., Gotovlje 31, 3310 Žalec, Slovenija

## 1 UVOD

Na kakovost pridelka močno vpliva tudi prehrana rastline, predvsem gnojenje z dušikom [4, 5]. Gnojenje preko potreb rastline vodi do presežkov dušika v rastlini in do akumulacije nitrata v njenih delih. Nekatere raziskave govorijo o precejšnji škodljivosti nitrata za človeški organizem. Primarna toksičnost nitrata je sicer relativno nizka, vendar se nitrati preko nitrata pretvarjajo v nitrozamine, ki so dokazano karcinogeni [7, 13]. Zaradi tega se možnostim za zmanjšanje vsebnosti nitrata v uporabnih delih rastlin posveča vse več pozornosti [2, 15].

Hmelj je rastlina, ki potrebuje za uspešno rast razmeroma veliko količino dušika, znan pa je tudi kot rastlina, ki lahko akumulira večje količine nitrata. Na vsebnost nitrata v storžkih hmelja lahko med drugim precej vplivamo tudi z optimalno izvedbo gnojenja z dušikom, kar pomeni ustrezno količino in obliko gnojila ter čas in način aplikacije gnojila [12]. Po dosedanjih raziskavah se namreč prekomerna količina nitrata v storžkih odraža tudi v povečani vsebnosti nitrata v pivu, kjer pa naj ne bi bila višja, kot je dovoljena količina v pitni vodi [6, 10, 11, 14].

## 2 MATERIAL IN METODE

Raziskava je bila opravljena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. V poskus s kultivarjema Savinjski golding in Aurora smo vključili obravnavanja: 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 in 600 kg dušika/ha letno v dveh ponovitvah. Dušik v obliki KAN-a smo dodajali v treh enakih obrokih v zadnji dekadji maja, sredi junija in v prvi dekadji julija. Vsi ostali agrotehnični ukrepi so bili standardni.

V hmeljnih storžkih smo v obdobju tehnološke zrelosti določili vsebnost vode po gravimetrični metodi, alfa kislin po konduktometrični metodi [1] in nitrata s HPLC metodo [3].

Za pripravo piva smo uporabili sladico iz industrijske proizvodnje z 12% ekstrakta. V sladici smo predhodno opravili analizo na vsebnost nitrata s tekočinsko kromatografijo (HPLC) z UV-VIS detektorjem pri valovni dolžini 205 nm [9]. Sladico smo hmeljili s hmeljnimi storžki iz različnih obravnavanj. Hmeljenje (kuhanje sladice) je trajalo 90 minut. Odmerek hmelja, ki smo ga razdelili na tri enake obroke (začetek kuhanja, po 45 minutah kuhanja in 15 minut pred koncem kuhanja), je bil izračunan na dodatek 100 mg alfa kislin na liter sladice za vse poskuse. Izračunali smo ga po enačbi 1 [8]:

$$\text{odmerek hmelja (kg/hl)} = \frac{\text{pivina(hl)} \times 100\text{mg/l alfa kislin}}{\% \text{ alfa kislin v zračno suhem hmelju}} \quad [\text{en. 1}]$$

V pivini smo opravili analizo na vsebnost nitrata po enaki metodi kot v sladici. Dejanski vnos nitrata s hmeljem v pivino pa smo izračunali po enačbi 2 [8]:

$$\text{dejanski vnos (mg/l)} = \text{skupna vsebnost nitrata v pivini} - \text{vsebnost nitrata v razredčeni sladici} \quad [\text{en. 2}]$$

Vrenje pивine je potekalo sedem dni po postopku klasičnega odprtega spodnjega vrenja. Pivo je nato zorelo še štirinajst dni. V pivu smo opravili analizo na vsebnost nitrata in po enačbi 3 izračunali dejanski vnos nitrata (po enaki metodi in izračunu kot za pivino) in predviden vnos nitrata s hmeljem [8]:

$$\text{predviden vnos (mg/l)} = \text{dodatek hmelja (kg/hl)} \times \text{vsebnost nitrata v hmelju (\%)} \times 100 \quad [\text{en. 3}]$$

### 3 REZULTATI

V okviru raziskave smo ugotavljali ali storžki z gnojjenih površin vsebujejo značilno več nitrata v primerjavi s storžki z negojjenih površin oziroma kako z večanjem gnojilnega odmerka dušika vplivamo na vsebnost nitrata v hmeljnih storžkih. Poleg tega pa smo ugotavljali tudi kolikšna je vsebnost nitrata v pivu, kadar uporabljamo za pivo storžke z gnojjenih površin v primerjavi s postopkom, ko uporabimo za pivo storžke z negojjenih površin ter kako se večanje gnojilnega odmerka dušika odraža na vsebnosti nitrata v pivu.

#### 3.1 Vpliv gnojenja z dušikom na vsebnost nitrata v hmeljnih storžkih

Tako pri Aurori kot pri Savinjskem goldingu ugotavljamo, da vsebnost nitrata v storžkih bolj ali manj enakomerno narašča z večanjem odmerka dušika. Redke izjeme, ki se pojavljajo, so verjetno posledica precejšnje dinamike nitratne komponente v hmeljnih storžkih v obdobju zrelosti oziroma obiranja. Pri obeh kultivarjih lahko s 95-odstotno verjetnostjo trdimo, da vsebujejo storžki z obravnavanj, ki so gnojena z večjim odmerkom dušika, statistično značilno več nitrata ( $F_{\text{tab.}} = 2,79$ ;  $F_{\text{izr.}}(\text{Sav.golding}) = 54,58$ ,  $F_{\text{izr.}}(\text{Aurora}) = 14,58$ ), z večanjem odmerka dušika nad 250 kg/ha pa se večji odmerek manj značilno odraža na večji vsebnosti nitrata v storžkih.

Storžki Savinjskega goldinga z negojjenih obravnavanj so vsebovali povprečno le 76 mg nitrata/100 g suhih storžkov, pri odmerku 150 kg dušika/ha so storžki vsebovali 1185 mg nitrata/100 g suhih storžkov, pri odmerku 600 kg dušika/ha pa 1428 mg nitrata/100 g suhih storžkov (preglednica 1).

Storžki Aurore z negojjenih obravnavanj so vsebovali povprečno 491 mg nitrata/100 g suhih storžkov, pri odmerku 150 kg dušika/ha so storžki vsebovali 1219 mg nitrata/100 g suhih storžkov, pri odmerku 600 kg dušika/ha pa 1728 mg nitrata/100 g suhih storžkov (preglednica 2).

#### 3.2 Vpliv gnojenja z dušikom na vsebnost nitrata v pivu

Na vsebnost nitrata v pivu vpliva vsebnost nitrata v vseh sestavinah piva (voda, slad, hmelj), zato so tu povezave med odmerkom dodanega dušika hmelju in vsebnostjo nitrata v pivu, zaradi majhnih količin hmelja v pivu, precej manj izrazite in težje določljive. V sladici,

hmeljenski storžki Aurore, je bilo le od 0,085 do 0,098 kg hmeljnih storžkov/hl piva, v sladici, hmeljenski storžki Savinjskega goldinga pa od 0,208 do 0,303 kg hmeljnih storžkov/hl piva.

Dejanski vnos nitrata v pivo s hmeljnimi storžki je pri obeh kultivarjih bistveno nižji takrat, ko za pivo uporabimo storžke z negnojnih parcel in predstavlja 17,6 mg/l piva v primeru Savinjskega goldinga (preglednica 1) oziroma 6,7 mg/l piva v primeru Aurore (preglednica 2). Kadar uporabimo storžke Savinjskega goldinga s parcel, ki smo jih gnojili s 150 kg dušika/ha, je dejanski vnos nitrata s storžki v pivo 31,2 mg/l piva, pri odmerku 600 kg dušika/ha pa 40,8 mg/l piva (preglednica 1). V primeru, da uporabimo storžke Aurore, je dejanski vnos nitrata s storžki s parcel, ki smo jih gnojili s 150 kg dušika/ha le 13,5 mg/l piva, pri odmerku 600 kg dušika/ha pa 18,1 mg/l piva (preglednica 2). Vpliv nitrata iz hmeljnih storžkov na vsebnost nitrata v pivu in dejanski vnos nitrata v pivo je iz storžkov Savinjskega goldinga večji v primerjavi z Auroro. To je posledica dejstva, da moramo zaradi nižje vsebnosti alfa kislin v storžkih Savinjskega goldinga, dodati v postopku, ko uporabimo storžke tega kultivarja, več hmeljnih storžkov v primerjavi s postopkom, ko uporabimo za hmeljenje storžke Aurore.

Različni gnojilni odmerki in različne vsebnosti nitrata v storžkih pa se ne odražajo vedno v sorazmernem povečevanju vsebnosti nitrata v pivu oziroma v sorazmernem povečevanju dejanskega vnosa nitrata s storžki v pivo. Pri Savinjskem goldingu so razlike v povečanju vsebnosti nitrata v pivu glede na večanje gnojilnega odmerka manj značilne ( $F_{\text{tab.}}=2,79$ ;  $F_{\text{izr.}}(\text{Sav.golding})=3,75$ ) kot pri Aurori ( $F_{\text{tab.}}=2,79$ ;  $F_{\text{izr.}}(\text{Aurora})=13,45$ ). Pri Savinjskem goldingu najbolj odstopajo od omenjene trditve obravnavanja 50, 100, 300 in 400, pri Aurori pa izrazito odstopajo obravnavanja 250, 300, 400 in 450. Tako npr. ugotovimo pri kultivarju Aurora pri obravnavanju 400 kar 1892 mg nitrata/100 g suhih storžkov, vendar le 6,0 mg/l piva oziroma le 4,2 mg/l piva, če upoštevamo dejanski vnos nitrata s storžki.

**Preglednica 1:** Vsebnost nitrata v hmeljnih storžkih, sladici, pivini in pivu v odvisnosti od gnojilnega odmerka dušika pri kultivarju Savinjski golding

**Table 1:** Tenor of nitrate in hop cones, wort, hopping wort and beer in relation to fertilizing portion of nitrogen for the cultivar Savinjski golding

Odmerek dušika [kg/ha]	Nitrat v storžkih [mg/100 g]	Nitrat v sladici [mg/l]	Nitrat v pivini [mg/l]	Dejanski vnos v pivino [mg/l]	Nitrat v pivu [mg/l]	Dejanski vnos v pivo [mg/l]	Predvidena vsebnost nitrata v pivu [mg/l]
0	76	3,0	22,1	19,1	20,6	17,6	1,8
50	883	4,9	30,0	25,2	33,4	28,6	19,0
100	1153	3,3	38,9	35,6	26,0	22,7	26,2
150	1185	6,7	43,0	36,3	37,9	31,2	31,2
200	1302	4,3	45,4	41,1	38,8	34,5	31,4
250	1351	6,3	44,6	38,3	37,7	32,8	32,6
300	1321	4,9	42,4	37,5	47,5	42,6	34,7
350	1374	4,3	46,2	41,9	44,4	40,1	33,8
400	1419	3,3	53,6	50,3	38,7	35,4	35,4
450	1414	6,3	45,0	38,7	43,0	36,7	35,4
500	1467	3,0	46,9	43,9	47,9	44,9	39,6
600	1428	6,7	48,5	41,8	47,5	40,8	40,1

**Preglednica 2:** Vsebnost nitrata v hmeljnih storžkih, sladici, pivini in pivu v odvisnosti od gnojilnega odmerka dušika pri kultivarju Aurora

**Table 2:** Tenor of nitrate in hop cones, wort, hopping wort and beer in relation to fertilizing portion of nitrogen for the cultivar Aurora

Odmerek dušika [kg/ha]	Nitrat v storžkih [mg/100 g]	Nitrat v sladici [mg/l]	Nitrat v pivini [mg/l]	Dejanski vnos v pivino [mg/l]	Nitrat v pivu [mg/l]	Dejanski vnos v pivo [mg/l]	Predvidena vsebnost nitrata v pivu [mg/l]
0	491	4,5	10,4	5,9	11,2	6,7	4,2
50	802	4,8	14,2	9,4	14,6	9,8	6,8
100	1171	5,1	17,7	12,6	19,8	14,7	10,3
150	1219	4,6	19,8	15,2	18,1	13,5	11,7
200	1552	4,8	22,7	17,9	19,7	14,9	14,2
250	1376	3,9	16,5	12,6	7,6	3,7	12,3
300	1543	3,9	17,9	14,0	12,9	9,0	15,9
350	1544	1,5	16,5	15,0	12,1	10,6	13,8
400	1892	1,8	17,2	15,4	6,0	4,2	17,6
450	1699	1,4	16,4	15,0	8,5	7,1	15,6
500	1572	< 1,0	17,6	16,6	16,1	12,8	14,8
600	1728	3,9	17,8	13,9	19,1	18,1	15,8

Najmanj je glede doprinosa nitrata v pivo problematičen slad, saj so odmerki dušika pri gnojenju pivovarskega ječmena omejeni zaradi možnosti prevelike vsebnosti beljakovin v zrnju pri večjih odmerkih. Analizirana in ustrezno nadzorovana glede vsebnosti nitrata je tudi tehnološka voda, ki se uporablja za pripravo sladice. Slabše nadzorovana komponenta v pivu pa je hmelj, ki ga mnogi pridelovalci gnojijo z dušikom preko priporočenih odmerkov.

Glede na to je hmelj v pivu kljub majhnim odmerkom, ki se dodajajo v postopku hmeljenja, lahko tvegana komponenta. Pomembna ugotovitev raziskave pa je, da tudi v primeru, ko za hmeljenje uporabimo storžke s parcel, ki smo jih gnojili s 600 kg dušika/ha letno, vsebnost nitrata v pivu ne preseže dovoljene maksimalne vsebnosti 50 mg/l piva, seveda le v primeru, da sta tako slad kot tehnološka voda ustrezne kakovosti glede vsebnosti nitrata.

#### 4 SKLEPI

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kako vpliva gnojenje z dušikom na vsebnost nitrata v hmeljnih storžkih in pivu. Za hmeljenje smo uporabljali storžke kultivarjev Savinjski golding in Aurora.

Storžki z negnojenih parcel vsebujejo bistveno manj nitrata kot storžki z gnojenih obravnavanj. Vsebnost nitrata v storžkih bolj ali manj enakomerno narašča z večanjem odmerka dušika. Razlike so statistično značilne.

Vpliv gnojenja z dušikom na vsebnost nitrata v pivu je težje ovrednotiti. Dejanski vnos nitrata v pivo s hmeljnimi storžki je pri hmeljenju s storžki z negnojenih parcel v primerjavi z

gnojenimi nižji, in sicer pri Savinjskem goldingu v povprečju za 50%, pri Aurori pa za 38 %. V večini obravnavanj se z večjim odmerkom dušika povečuje tudi vsebnost nitrata v pivu, vendar tudi v primeru, ko za hmeljenje uporabimo storžke s parcel, ki smo jih gnojili s 600 kg dušika/ha letno, vsebnost nitrata v pivu ne preseže dovoljene maksimalne vsebnosti 50 mg/l piva. Različni odmerki dušika in različne vsebnosti nitrata v storžkih so se značilneje odrazili v vsebnosti nitrata v pivu oziroma v sorazmernem povečevanju dejanskega vnosa nitrata s storžki v pivo pri Aurori.

## 5 LITERATURA

1. Analytica – EBC.- European Brewery Convention. Fourth edition, 1987, s. E 107, E 113-114.
2. Cerutti, G., Pegoraro, R., The Fate of Nitrate from Raw Materials to Beer.- European Brewery Convention Monograph XIV Symposium on Water in the Brewing Industry, Zoeterwoude, 1888, s. 114-122.
3. Donhauser, S., Geiger, E., Glas, K., Ionenpaarchromatographischer Nachweis von Nitrat und weiteren anorganischen Anionen.- Monatsschrift für Brauwissenschaft, (1989)9, s. 352-354.
4. Foster, A., Zur Nitratdosage durch Hopfen und Hopfenprodukte.- Brauwelt (1988)6, s. 188-190.
5. Geiger, E., Beer from ecological and from conventional raw materials.- Brauwelt Internationa IV, 1996, s. 318-324.
6. Gmelch, F., Maier, J., Nitrate in beer - a problem caused by hops?.- Brauwelt international, (1990)1, s. 47-50.
7. Haynes, R.J., Mineral Nitrogen in the Plant-Soil System.- Physiological Ecology, A Series of Monographs, Texts and Treatises, Orlando, 1986, 481 s.
8. Hops and Hops Product, (Manual of Good Practice).- EBC, Technology and Engineering Forum - Nuernberg: Carl, Hans, Getraenke-Fachverlag, 1997, 3.1.6., s 15.
9. Kač, M., Šeliga Reberčnik, A., Report of Biotechnical Faculty of the University of Ljubljana, vol.67, 1996, s. 107-113.
10. Maier, J., Qualitätsfrage bei Hopfen.- Hopfen-Rundschau, 40(1989)5, s. 398-403.
11. Maier, J., Qualitätsfrage bei Hopfen.- Hopfen-Rundschau, 40(1989)23, s. 422-423.
12. Majer, D., Dinamika dušika v tleh in rastlini ob različnem gnojenju in vpliv na pridelek hmelja (*Humulus lupulus* L.) cv. Aurora v Savinjski dolini.- Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 1994, 108 s.
13. Müller, E., Danek-Jezik, K., Klaghofer, E., Nitratfibel für den Gemüsebau.- Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wien, 1989, 24 s.
14. Postel, W., Nitratbestimmung und Nitratgehalt in Bier und Brauereirohstoffen.- Brauwissenschaft, 29(1976)2, s. 39-44.
15. Schur, F., Nitrat bei der Beirherstellung.- Brauerei-Rundschau (1988)5, s. 89-112.