

## pH TAL V HMELJIŠČU SKOZI ČAS GLEDE NA VRSTO APNENEGA GNOJILA

Barbara ČEH<sup>5</sup> in Bojan ČREMOŽNIK<sup>6</sup>

Izvirni znanstveni članek / original scientific article

Prispelo / received: 25. 10. 2017

Sprejeto / accepted: 11. 12. 2017

### Izvleček

S poljskim poskusom, ki smo ga postavili v letu 2013 na IHPS (srednje globoka, evtrična rjava na peščeno prodnati osnovi, srednje skeletna, glinasta ilovica / peščeno glinasta ilovica, pH=5,3), smo želeli preveriti, ali naj bi za hmeljišča svetovali odmerke apnenca in hidratiziranega apna po preglednicah, ki jih je podprlo Združenje nemških kmetijskih analitskih in raziskovalnih inštitutov (VDLUFA). V poskus smo vključili tudi apnjenje s pripravkoma iz morskih alg in v moko zmetega apnenca s strani prodajalcev priporočenih odmerkih. Za razmere poskusa je bilo odmerjanje apnenca po smernicah VDLUFA ustrezno, če smo imeli material različne granulacije (41 % 0–1 mm, 22 % 1–2 mm, 23 % 2–5 mm in 14 % 5–8 mm), le drobna granulacija (0–1 m) se je odrazila v povišanju pH nad želeno za pridelavo hmelja. Celoten odmerek hidratiziranega apna, določen po teh preglednicah, bi bil v razmerah našega poskusa predvidoma prevelik. Vsakoletna aplikacija pripravka iz morskih alg v odmerku 0,3 t/ha ni značilno vplivala na pH tal, povečan letni odmerek na 0,5 t/ha se je nakazal kot ustrezen za vzdrževanje pH tal. V moko zmeti apnenec v odmerku 2,25 t/ha je bil premajhen za dvig pH nad 6,5 v štiriletnem obdobju. Apnjenje je pozitivno vplivalo na vsebnost prostih karbonatov in organske snovi v tleh ter na mikrobiološko aktivnost tal. Seštevek baz v tleh in kationska izmenjalna kapaciteta sta bila nakazana kot najvišja po uporabi apnenec.

**Ključne besede:** apnjenje, kalcifikacija, pH tal, rodovitnost tal, apnenec, hidratizirano apno

## SOIL pH THROUGH TIME RELATED TO LIMING MATERIAL

### Abstract

With a field block trial, set up in autumn of 2013 in a hop field at the Slovenian Institute of Hop Research and Brewing (medium deep soil, medium skeletal, sandy/clay/loam to clay/loam, starting pH=5.3), we wanted to test whether or not to

<sup>5</sup> Dr., univ. dipl. inž. agr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: barbara.keh@ihps.si

<sup>6</sup> Dipl. inž. agr. in hort., prav tam, e-pošta: bojan.cremoznik@ihps.si

advise hop growers to use the liming rates of limestone and hydrated lime shown in the tables provided by the Association of German Agricultural Analytical and Research Institutes (VDLUFA). The limestone rate was appropriate if the liming material contained a range of different granulations (41% 0-1 mm, 22% 1-2 mm, 23% 2-5 mm and 14 % 5-8 mm). However with material that contained only small granules (0-1 mm), it was too high. pH in the following 4 years was raised too high for the production of hops, namely. The rate of hydrated lime, as determined by these tables, would be too high for the conditions of our experiment. To provide useful comparisons, we also included in the experiment the application of a preparation based on marine algae, and limestone, ground in flour, in rates, suggested by the sellers. The annual application of marine algae preparation at a dose of 0.3 t/ha did not significantly affect the pH of the soil. In order to maintain soil pH this should be applied at an annual rate of 0.5 t/ha. Limestone flour in a rate of 2.25 t/ha was too low to raise pH above 6.5 in a four-year period. Liming had a positive effect on the content of free carbonates and organic matter in the soil and on the microbiological activity of the soil. The sum of base ions in the soil and cation exchange capacity were found to be highest after the use of calcium carbonate.

**Key words:** liming, calcification, soil pH, soil fertility, calcium carbonate, hydrated lime

## 1 UVOD

pH tal je dejavnik, ki ima velik vpliv na rast in razvoj rastlin. Večina posevkov, ki jih pridelujemo, ni prilagojena na preveč kislta tla. Nizka vsebnost kalcija v tleh ima za posledico slabšo strukturo tal, zmanjšan učinek mineralnih in organskih gnojil ter zakisanje tal (Grüne Hefte, 2017). Za povečanje rodovitnosti na prekislih kmetijskih tleh skrbimo z apnjenjem (Haynes in Naidu, 1998; Brady in Weil, 1996). V naših razmerah pride do zakisanja tal že po naravni poti, če ne apnimo, saj z rastlinskimi pridelki odvezujemo iz tal (tudi) poglavitna bazična kationa kalcij in magnezij, baze se iz tal tudi izpirajo, med rastno dobo se v tleh sproščajo kisline, večina gnojil, ki jih pri nas uporabljamo, deluje kislo (Mihelič in sod., 2010). Za sprotno nevtralizacijo v tleh nastajajočih kislin, če gnojimo s kislo delujočimi gnojili, potrebujemo letno 1 t/ha apnenca (Mihelič in sod., 2010). Odmerke apnenih gnojil določimo na osnovi izmerjenega pH tal, tipa tal ter vsebnosti organske snovi ob upoštevanju vrste in oblike apnenega materiala, vsebnosti apna (CaO) v njem in apnilnega učinka (VDLUFA, 2000; Mihelič in sod., 2010; Grüne Hefte, 2017).

S poljskim poskusom, s katerim smo želeli primerjati učinkovitost različnih apnenih gnojil na pH tal, smo ugotovili, da odmerek apnenca (2,3 t/ha), tako geološko starejšega iz triasa kot geološko mlajšega iz miocena, določen po

preglednicah po Schachtschablu, ki so sedaj v veljavi v Sloveniji, ni imel zaznavnega vpliva na pH tal. Le-ta se je v dveh letih po aplikaciji z začetnih pH=5,8 celo znižal na 5,3 oziroma na 5,4, torej je bil na ta način določen odmerek očitno premajhen in zato neučinkovit (Čeh, 2014; Čeh in Čremožnik, 2015). Zato smo v nadaljevanju poskusa želeli preveriti, ali naj bi tudi v naših razmerah svetovali odmerke po nemških preglednicah, ki jih je podprlo Združenje nemških kmetijskih analitskih in raziskovalnih inštitutov (VDLUFA, 2000). Rezultate poskusa do vključno leta 2015 smo objavili v Čeh in Čremožnik (2015), v prispevku pa predstavljamo rezultate, pridobljene v času nadaljevanja poskusa v letih 2016 in 2017.

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.1 Tla

Poskus je bil postavljen na poskusnem posestvu Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, v hmeljišču, zasajenim s hmeljem sorte Celeia, na srednje globokih, srednje skeletnih, evtričnih rjavih tleh na peščeno prodnati osnovi. Zgornji obdelovalni horizont uvrščamo v teksturni razred glinasta ilovica / peščeno glinasta ilovica (GI-PGI), kar uvršča tla med težka do srednje težka. Zgornji sloj tal (0–25 cm) je bil ob postavitvi poskusa optimalno preskrbljen s kalijem (24,6 mg K<sub>2</sub>O/100 g tal) in ekstremno preskrbljen s fosforjem (43,9 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tal) (AL-metoda; Egner in sod., 1960), pH tal (v KCl) je bil 5,3, vsebnost organske snovi 2,3 %.

### 2.2 Postavitev in oskrba poskusa

Poskus smo zastavili kot nadaljevanje poskusa, predstavljenega v Čeh in Čremožnik (2015) jeseni leta 2013 kot bločni poljski poskus s šestimi obravnavami (različna apnena gnojila v različnih odmerkih in kontrola - brez apnjenja) v štirih ponovitvah. Velikost osnovne parcele je bila 76 m<sup>2</sup>. Vključena apnena gnojila so bila:

- **apnec - trdi**: geološko starejši apnec iz triasa (86,7 % CaCO<sub>3</sub> oziroma preračunano 48,6 % CaO; 6,27 % MgCO<sub>3</sub> (Ecobeton, 2013); nevtralizacijska vrednost 90 %, reaktivnost v primerjavi s čistim apnencem 41 %; **velikost delcev: 0–1 mm**);
- **apnec - mehki**: geološko mlajši apnec iz miocena (>92 % CaCO<sub>3</sub> oziroma preračunano >52 % CaO; 2,5 do 4,0 % MgCO<sub>3</sub>; nevtralizacijska vrednost 91 %, reaktivnost v primerjavi s čistim apnencem 79 %; **velikost delcev: 41 % 0–1 mm, 22 % 1–2 mm, 23 % 2–5 mm in 14 % 5–8 mm**; Apnec IGM, 2012);
- **hidratizirano apno**: Ca(OH)<sub>2</sub> (70 % CaO, nevtralizacijska vrednost 132 % v primerjavi s čistim apnencem);

- **morske alge**: proizvod iz morskih kalcitnih alg - *Lithothamnium calcareum* (80 % CaCO<sub>3</sub>, 11 % MgCO<sub>3</sub> + alginati in elementi v sledovih: železo, baker, mangan, cink, molibden, kobalt, jod, bor, selen; nevtralizacijska vrednost 40 %, reaktivnost v primerjavi s čistim apnencem 13 %, oblika prašiva; Apnenec iz ..., 2015);
- **apnenec - moka**; > 92 % CaCO<sub>3</sub>, od tega: > 53 % CaO, fino mleta moka: do 1 mm (**100 % < 1 mm, od tega: 80 % < 0,3 mm**), nevtralizacijska vrednost 53 %, reaktivnost 80% (Apnena gnojila, 2017);
- **kontrola - brez apnjenja**.

**Preglednica 1:** Termini aplikacije in odmerki (t/ha) posameznih apnenih gnojil v poskusu od 2013 do 2017

Obravnavanje	Oznaka	Odmerek (t/ha)	Čas aplikacije	Količina apliciranega CaO v obdobju 2013-2017 (t/ha)
apnenec – trdi	A	19	novembra 2013	9,2
apnenec – mehki	B	19	novembra 2013	9,9
morske alge	C	0,3	novembra 2013	0,14
		0,3	novembra 2014	0,14
		0,3	novembra 2015	0,14
		0,5	novembra 2016	0,23
hidratizirano apno	D	2,5	novembra 2013	1,8
kontrola – brez apnjenja	E	0	0	0
apnenec – moka	F	2,25	marca 2014	1,2

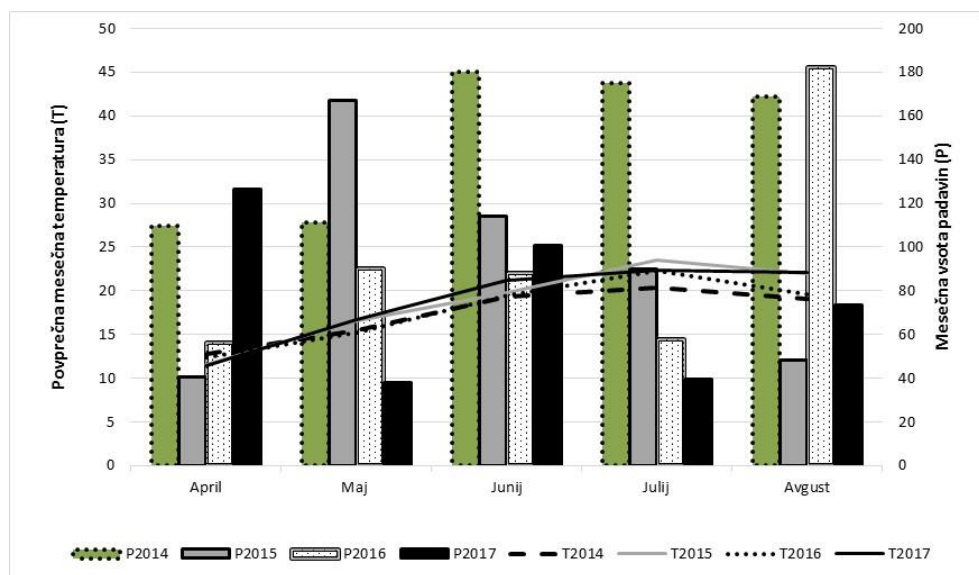
Odmerek *apnenec – trdi* in *apnenec – mehki* smo določili na podlagi preglednic po VDLUFA (2000) glede na izhodiščni pH=5,3, prav tako odmerek *hidratiziranega apna*. Slednjega naj bi aplicirali več kot 10 t/ha, a ker je to dokaj agresiven material, je priporočeno, da se ga aplicira v več obrokih. Zato smo novembra 2013 potrosili prvi obrok, in sicer 2,5 t/ha. Vsa tri navedena apnena gnojila smo potrosili po celotni površini parcel novembra 2013 in jih takoj zakultivirali v tla.

Pripravek iz *morskih alg* smo začeli jeseni 2013 aplicirati vsako jesen v količini 300 kg/ha – po navodilih prodajalca, marca 2014 pa smo aplicirali *apnenec – moka*, v enkratnem odmerku, priporočenem s strani prodajalca (preglednica 1), in takoj po aplikaciji apnena gnojila vdela v tla s kultiviranjem.

Vsi drugi agrotehnični ukrepi (gnojenje, varstvo pred boleznimi in škodljivci, obdelava tal), razen apnjenja, so bili enaki za celoten poskus in izvajani po načelih dobre kmetijske prakse. Hmeljišče ni bilo namakano.

### 2.3 Vremenske razmere v letih 2014 do 2017

Povprečne mesečne temperature in vsota padavin po mesecih v letih od 2014 do 2017 so prikazane na sliki 1 v obliki poenostavljenega Walter-Gausse-ovega klimadiagrama. Skala je izbrana tako, da 0 °C ustreza 0 mm, razmerje med °C in mm na skali pa je 1 °C : 4 mm. Obdobje, ko je padavinska krivulja pod temperaturno, je na ta način narisanim grafu opredeljeno kot obdobje suše. To je bilo v aprilu, juliju in avgustu 2015, v juliju 2016 ter v maju in juliju 2017. Vsota padavin od aprila do avgusta je bila največja v letu 2014 (745 mm), sledili sta leti 2016 in 2015 (474 mm oziroma 460 mm) in leto 2017 (378 mm). Povprečna mesečna temperatura obdobja april do avgust je bila 17 °C v letu 2014, 18 °C v letu 2016 in 19 °C v letih 2015 in 2017.



**Slika 1:** WALTER-GAUSSENov klimadiagram za rastne sezone hmelja v letih od 2014 do 2017; P=vsota padavin, T=povprečna temperatura, 2014, 2015, 2016 in 2017=preučevana leta (Žalec; Agrometeorološka ..., 2017)

### 2.4 Meritve

Vsako leto smo vzorčili tla do globine 25 cm v aprilu (v začetku rastne dobe hmelja), v prvi dekadi julija (tik pred tretjim dognojevanjem hmelja z dušikom) ter v zadnji dekadi septembra (po obiranju hmelja) in jih analizirali na pH (v KCl; metoda SIST ISO 10390). Posamezen vzorec smo vzeli tako, da smo se po parceli pomikali cik-cak ter vzeli podvzorce na dvajsetih do petindvajsetih mestih. Vzorčili smo v medvrstnem in vrstnem prostoru, pri tem smo se izogibali robovom

parcelic. Enkrat letno smo vzorce vzeli z vsake parcele posebej, kar dopušča statistično analizo rezultatov, dvakrat letno pa povprečno po obravnavanjih.

Maja 2016 smo vzorčili tla ob rastlinah po obravnavanjih, ko so bila le-ta vlažna, a ne mokra, za mikrobiološko analizo. Le-to so izvedli v laboratoriju IHPS po metodi SOP M16 (interna metoda, razvita po Larkin in sod. (1993)) in na vsebnost organske snovi (po spektrofotometrični metodi). Septembra 2016 smo vzorčili tla po obravnavanjih za standardno pedološko analizo; kationsko izmenjalno kapaciteto so določili po Melichovi metodi, modificirani po Peech in sod. (1962). Organski ogljik je izračunan tako, da so organsko snov (%) delili z 1,724. Elemente K, Ca, Mg in Na so določili na atomskem absorpcijskem spektrometru.

Rezultate smo obdelali s pomočjo računalniških paketov Excel in Statgraphics Centurion. Razlike med obravnavanji smo zaznavali z Duncanovim testom mnogoterih primerjav,  $p=0,05$ .

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

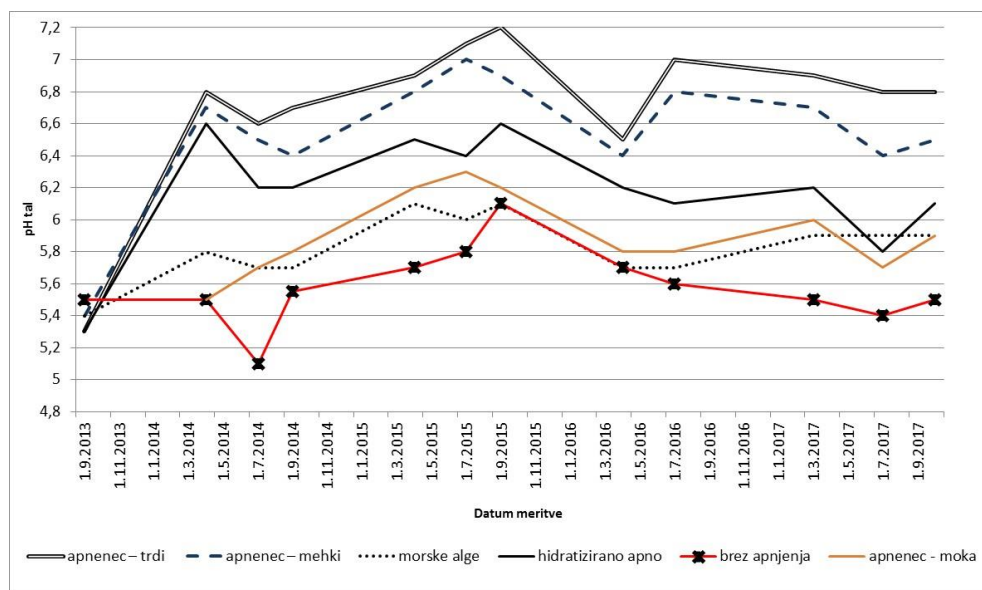
#### 3.1 pH tal

Na sliki 2 so prikazani rezultati meritev pH tal v poskusu glede na obravnavanje in termin vzorčenja. Tako 6. julija 2016 kot 3. julija 2017 je bil statistično značilno najvišji pH tal pri obravnavanju *apnenec - trdi*, značilno nižji pri obravnavanju *apnenec - mehki*, še značilno nižji pri obravnavanju *hidratizirano apno* (preglednica 2). pH tal je bil pri obravnavanju *apnenec - trdi* poleti 2016 nad ustreznim za pridelavo hmelja, do meritve poleti 2017 pa se je znižal na zgornjo mejo še ustrezne. Za težja tla naj bi bilo sicer po smernicah VDLUFA (2000) ustrezno pH območje tal od 6,9 do 7,5, a za hmelj tako visokega pH tal ne priporočamo. Za hmelj so primerna zmerno kislila s pH od 6,0 do 6,7 (Čeh, 2012). V Avstriji za hmelj navajajo kot ustrezen pH tal 6,0 do 6,5, na težjih tleh do največ 6,8 (tehnolog G. Pronegg, ustni vir). Po navodilih delovne skupine za hmelj iz Bavarskega državnega raziskovalnega centra za kmetijstvo, Inštituta za rastlinsko pridelavo in gojenje rastlin (Grüne Hefte, 2017) je optimalni pH tal v hmeljiščih za peščena tla 5,0 do 5,4, za ilovnato peščena tla 5,5 do 5,9, za srednje težka tla 6,0 do 6,4 in za težja tla 6,5 do 6,8. Ko je pH tal v tem območju, se vnašanje gnojil, ki vsebujejo kalcij, ne priporoča, ker bi to pomenilo manjšo dostopnost mikroelementov za hmelj (Grüne Hefte, 2017). Po izkušnjah strokovnjakov s tega inštituta je za hmelj dostopnost mikrohranil, kot sta cink in bor, bolj pomembna kot prednosti boljše strukture tal (J. Portner, ustni vir).

Pri odmerjanju apnenca za hmeljišča po smernicah VDLUFA je torej smiselna pazljivost pri granulaciji materiala, da nimamo le drobno mletega. Tudi Mihelič in sod. (2010) ter Comission (2013) navajajo, da sta pri apnencu pomembna dva

podatka: velikost delcev in narava (izvor) kamnine apnenca. Načeloma velja, da je delovanje hitrejše, bolj kot so delci drobni (Grüne Hefte, 2017). Različna granulacija materiala omogoča bolj enakomerno sproščanje kalcija skozi čas. V poskusu smo imeli namreč v primeru pri *apnenec – mehki* različno granulacijo materiala (0–8 mm) in je bil v letih 2016 in 2017 pH tal ves čas v optimalnem območju za pridelavo hmelja. V celotnem obdobju od aplikacije tega materiala v količini 19 t/ha je pH tal sicer poskočil nad to območje pri meritvah poleti in jeseni leta 2015, torej eno leto in pol do dve po aplikaciji.

Celoten svetovan odmerek hidratiziranega apna po smernicah VDLUFA bi bil za razmere našega poskusa predvidoma prevelik. Jeseni 2013 smo namreč aplicirali le del svetovanega odmerka glede na izhodiščni pH=5,3 (2,5 t/ha od svetovanih dobrih 10 t/ha), pa je bil v štiriletnem obdobju dosežen pH 6,0 do 6,6 (slika 2). Če se orientiramo po nemških navodilih na ciljno vrednost pH 6,5 do 6,8 za težka tla, potem bi v tem štiriletnem obdobju glede na rezultate meritev lahko aplicirali še en obrok hidratiziranega apna, vsekakor pa za ustrezen pH za hmelj ne celotno količino dobrih 10 t/ha.



**Slika 2:** pH tal glede na vrsto apnenega gnojila in datum vzorčenja (0-25 cm); odmerki in termini aplikacij glede na obravnavanje v preglednici 1

Vsakoletna aplikacija pripravka iz alg v odmerku 0,3 t/ha v poskusu ni bistveno vplivala na pH tal, zato smo jeseni 2016 aplicirali 0,5 t/ha tega pripravka. pH tal se je s tem dvignil s 5,7 v 2016 na 5,9 v naslednjem letu. Ker je bil pH tal pri *morske alge* v letu 2016 značilno enak kot pri *kontrola – brez apnjenja*, v letu 2017 pa

značilno višji kot pri *kontrola – brez apnjenja*, se ta odmerek nakazuje kot bolj ustrezen. Gre pa v bistvu bolj za vzdrževanje pH tal in ne za dvig pH v optimalno območje za pridelavo hmelja. V letu 2015 je sicer imelo obravnavanje *morske alge* značilno pozitiven vpliv na pridelek hmelja v primerjavi s *kontrola – brez apnjenja* (Čeh in Čremožnik, 2015), v letih 2016 in 2017 pa pridelka hmelja nismo vrednotili.

Apliciran odmerek *apnenec – moka* 2,25 t/ha bi bil lahko nekoliko večji, saj se je v letu po aplikaciji pH sicer dvignil na 6,3, a je bil že po dveh letih po aplikaciji 5,8. To obravnavanje je imelo kljub temu pozitiven vpliv na kationsko izmenjalno kapaciteto tal (preglednica 3).

**Preglednica 2:** Rezultati analize tal na pH (v KCl), organsko snov in proste karbonate po obravnavanjih ter testiranja mikrobiološke aktivnosti tal glede na datum vzorčenja

Obravnavanje	6. 7. 2016	3. 7. 2017	27. 5. 2016			
	pH v KCl	pH v KCl	Bakterije (CFU x 10 <sup>6</sup> /g tal)	Glive (CFU x 10 <sup>4</sup> /g tal)	Org. snov (%)	Karbonat (CaCO <sub>3</sub> ) (%)
A*	7,0 d**	6,8 d	6,6	4,2	2,9	0,6
B	6,8 c	6,4 c	5,4	4,7	3,2	0,5
C	5,7 a	5,9 b	8,4	6,7	2,6	0,4
D	6,1 b	5,8 b	14,0	5,3	2,5	0,3
E	5,6 a	5,4 a	8,3	3,5	2,6	0,3
F	5,8 a	5,7 b	15,3	2,7	2,5	0,3

\*Opis obravnavanj – legenda v preglednici 1.

\*\*Enaka črka v stolpcu pomeni, da med obravnavanjema razlika ni statistično značilna pri p=0,05 (Duncanov test).

### 3.2 Mikrobiološka aktivnost tal, vsebnost prostih karbonatov in organske snovi v tleh

Paradelo (2015) in VDLUFA (2000) navajata, da apnjenje poveča biološko aktivnost tal. Na osnovi analize tal po obravnavanjih smo pri *hidratizirano apno* in *apnenec – moka* zaznali povečano populacijo celokupnih bakterij. Pri ostalih obravnavanjih je bila populacija bakterij primerljiva s *kontrola – brez apnjenja*. Pri analizi celokupne populacije gliv smo zaznali najvišjo aktivnost pri obravnavanju *morske alge*. Tudi pri drugih obravnavanjih, razen pri *apnenec – moka*, je bila populacija gliv višja kot pri kontroli. Ob upoštevanju bakterijske in glivne populacije skupaj se nakazuje pozitiven vpliv pri obravnavanjih *hidratizirano apno*, *apnenec – moka* in *morske alge*. Ob tem je pomembno izpostaviti, da



rezultati temeljijo na analizah 1 vzorca/obravnavanje, zato statistična analiza in podajanje zaključkov o dejanskem vplivu posameznega pripravka ni možno.

Vsebnost prostih karbonatov in vsebnost organske snovi v tleh sta se nakazali kot nekoliko višja pri obravnavanjih *apnenec – trdi* in *apnenec – mehki*.

### 3.4 Standardna pedološka analiza

Po štirih letih od apnjenja je vsebnost dostopnega kalija v tleh med obravnavanji primerljiva, vsebnost dostopnega fosforja je pri obravnavanju *morske alge* padla v razred D, pri ostalih je ostala v razredu E (preglednica 3). Vrednost S (seštevek baz) je najvišji pri obravnavanju *apnenec – trdi*, sledi obravnavanje *apnenec – mehki*. Pri ostalih obravnavanjih je ta parameter nižji in primerljiv. Glede na vrednost V (zasičenost z bazičnimi kationi) vse vzorce tal uvrščamo med evtrična (nevtralna), je pa vrednost višja pri obravnavanjih *apnenec – trdi* in *apnenec – mehki*. Kationska izmenjalna kapaciteta (vrednost T; skupna vsota izmenljivih kationov, ki jih tla lahko adsorbirajo, odvisna tudi od pH, teksture, vsebnosti organske snovi) je v vseh vzorcih srednja. Kot najvišja se nakazuje pri obravnavanju *apnenec – trdi*, sledita *apnenec – mehki* in *apnenec – moka*.

**Preglednica 3:** Rezultati standardne pedološke analize 4. novembra 2016

Parameter	Obravnavanje*						Enota
	A	B	C	D	E	F	
pH v KCl	6,8	6,6	5,9	6,1	5,7	5,8	-
pH v vodi	7,6	7,6	7,0	7,2	6,9	6,9	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45,2 (E)**	43,6 (E)	38,1 (D)	44,0 (E)	42,1 (E)	41,2 (E)	mg/100 g
K <sub>2</sub> O	28,1 (C)	27,5 (C)	27,0 (C)	29,0 (C)	28,2 (C)	28,1 (C)	mg/100 g
H <sup>+</sup> kation	7,90	7,40	9,20	8,90	10,45	10,50	mmol/100 g
Na <sup>+</sup>	0,0977	0,0879	0,0850	0,1153	0,1020	0,1074	mmol/100 g
K <sup>+</sup>	0,748	0,715	0,752	0,847	0,726	0,815	mmol/100 g
Ca <sup>++</sup>	23,37	20,39	14,34	15,30	14,09	15,22	mmol/100 g
Mg <sup>++</sup>	1,46	1,36	1,33	1,36	1,57	1,44	mmol/100 g
S vrednost	25,68	22,55	16,51	17,62	16,49	17,58	mmol/100 g
T vrednost	33,58	29,95	25,71	26,52	26,94	28,08	mmol/100 g
V vrednost	76,5	75,3	64,2	66,4	61,2	62,6	%
Organski C	1,4	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	%

\*Legenda za obravnavanja v preglednici 1.

\*\*Crke ob številčnih vrednostih označujejo stopnjo preskrbljenosti kmetijskih tal z določenim hranilom: A - siromašna tla, B - srednje preskrbljena tla, C - dobro preskrbljena tla, D - pretirano preskrbljena tla, E - ekstremno preskrbljena tla (Mihelič in sod., 2010)

#### 4 SKLEPI

Prikazani rezultati so pridobljeni iz enega večletnega poskusa, zato jih je pred uporabo v praksi potrebno preveriti še s kašnih poljskim poskusom, za razmere našega poskusa (srednje globoka, evtrična rjava na peščeno prodnati osnovi, srednje skeletna, glinasta ilovica - peščeno glinasta ilovica, hmeljišče, začetni pH=5,3) pa smo ugotovili:

- odmerjanje apnenca po smernicah VDLUFA se je pokazalo kot ustrezno, če smo imeli material različne granulacije (41 % 0–1 mm, 22 % 1–2 mm, 23 % 2–5 mm in 14 % 5–8 mm), le drobna granulacija materiala (0–1 mm) je pri tako velikem enkratnem odmerku povzročila zvišanje pH nad ustrezno pH območje za pridelavo hmelja;
- po VDLUFA preglednicah določeni odmerek hidratiziranega apna se je v razmerah poskusa nakazal kot previsok za pridelavo hmelja. Smiselno se je držati navodil o največjem enkratnem obroku tega materiala glede na teksturo tal, ki jih tudi te smernice priporočajo, in se o naslednjem obroku odločiti glede na kontrolno analizo tal;
- aplikacija 0,3 t/ha priprava iz morskih alg letno ni bistveno vplivala na pH tal, povečan letni odmerek na 0,5 t/ha se je nakazala kot dobrodošel postopek za vzdrževanje pH tal, še zlasti, ker je pri meritvi v letu 2015 vplivala značilno pozitivno na pridelek hmelja glede na ne apneno kontrolo (Čeh in Čremožnik, 2015). Ni pa aplikacija tega pripravka dvignila pH tal v zeleno območje za pridelavo hmelja;
- odmerek apnenca, zmletega v moko (2,25 t/ha), bi moral biti za razmere poskusa nekoliko višji, oziroma bi bila potrebna v štiriletnem obdobju še dodatna aplikacija, saj se je pH tal dvignil v dveh letih po aplikaciji na 6,3, a je v tretjem letu že padel na pH=5,8;
- apnjenje se je nakazalo s pozitivnim vplivom na vsebnost prostih karbonatov in organske snovi v tleh ter na mikrobiološko aktivnost tal;
- seštevke baz (vrednost S) v tleh in kationska izmenjalna kapaciteta sta se nakazala kot najvišja po aplikaciji apnenca.

#### 5 LITERATURA

Agrometeorološka postaja Adcon Telemetry, tip postaje A 740, lokacija Žalec (2017; arhiv IHPS)

Apnena gnojila. Agrosaat. Dostopno na: <https://www.agrosaat.si/sorte-hibridi-gnojila-fitofarmacevska-sredstva/apnena-gnojila/> (oktober 2017)

Apnenenc IGM. Prospekt IGM Zagorje, 2012

Apnenenc iz morskih alg. Dostopno na:

[http://meko.si/uploads/meko/public/\\_custom/litho\\_letak.pdf](http://meko.si/uploads/meko/public/_custom/litho_letak.pdf) (november 2015)

Brady NC, Weil RR. 1996. The Nature and Properties of Soils, eleventh ed. Prentice-Hall International, Inc., Upple Sadle River, NJ, USA: 739.

- Comission regulation (EU) No 463/2013 of 17 May 2013. Official Journal of the European Union. L 134/1-134/14.
- Čeh B, Čremožnik B. pH tal in pridelek hmelja (*Humulus lupulus*) glede na odmerek apnenih gnojil. *Hmeljarski bilten*. 2015; 22: 49-57.
- Čeh B. 2012. Hmelj od sadike do storžkov. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec: 66.
- Čeh B. 2014. Effect of different rates of liming material to a pH value of soil. V: *Posters*. [S. l.]: International Fertiliser Society. 2014; 5-6.
- Grüne Hefte. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Arbeitsbereich Hopfen. 2017; 30-31. Dostopno na: [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/gruenesheft\\_2017.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/gruenesheft_2017.pdf) (december 2017).
- Haynes RJ, Naidu R. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 1998; 51: 123–137.
- Larkin RP, Hopkins DL, Martin FN. Effect of successive watermelon plantings on *Fusarium oxysporum* and other microorganisms in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. *Phytopathology*. 1993; 83: 1097–1105.
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2010; 182 s.
- Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2015; 202: 98–107.
- VDLUFa. Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden Anlage. Richtwerte für das Rahmenschema zur Kalkbedarfsermittlung in Deutschland. Standpunkt. 2000. Dostopno na: <http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/0-9-kalkanl.pdf> (november 2015)