Naknadni učinak kalcizacijskog sredstva na prinos i kvalitetu ozime pšenice

Dokladal, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:343356

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivana Dokladal
Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo
smjer Biljna proizvodnja

NAKNADNI UČINAK KALCIZACIJSKOG SREDSTVA NA PRINOS I KVALITETU OZIME PŠENICE

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivana Dokladal
Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo
smjer Biljna proizvodnja

NAKNADNI UČINAK KALCIZACIJSKOG SREDSTVA NA PRINOS I KVALITETU OZIME PŠENICE

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr.sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. dr. sc. Vladimir Zebec, član

Osijek, 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1. 1. Cilj istraživanja 3
2. PREGLED LITERATURE 4
3. MATERIJALI I METODE 9
3.1. Poljski pokus 9
3. 2. Uzorkovanje tla 11
3. 3. Kemijska analiza tla 11
3. 4. Uzorkovanje i analiza zrna 12
3. 5. Analiza meteoroloških podataka 13
3. 6. Statistička obrada podataka 14
4. REZULTATI 15
4. 1. Vremenske prilike tijekom 2013./2014. godine 15
4. 2. Utjecaj kalcizacije na prinos i komponente prinosa pšenice 17
4. 3. Utjecaj kalcizacije na kvalitetu zrna pšenice 18
5. RASPRAVA 21
6. ZAKLJUČAK 25
7. POPIS LITERATURE 26
8. SAŽETAK 31
9. SUMMARY 32
10. POPIS TABLICA 33
11. POPIS SLIKA 34
12. POPIS GRAFIKONA 35
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 36
BASIC DOCUMENTATION CARD 37

1. UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) prema botaničkoj klasifikaciji pripada porodici *Poaceae*, (trave), potporodici *Pooideae* (klasaste trave) i rodu *Triticum*, dok ju prema glavnoj podjeli svih žitarica pšenica ubrajamo u prave ili strne žitarice zajedno s ječmom, raži, zobi i pšenoraži. Vrlo je stara kultura i prema arheološkim nalazima pronađenima na prostoru današnjeg Iraka procjenjuje se da je pšenica bila poznata kao kulturna vrsta još 6700 g. pr. Kr. Na području današnjih susjednih zemalja (Mađarska, Bugarska, Slovačka, Češka) dokazano je kako su pronađeni ostatci pšenice stari između 4000 i 5000 g. pr. Kr. (Kovačević i Rastija, 2014.).

Zajedno s kukuruzom i rižom, pšenica globalno ima najveću važnost za prehranu ljudi pri čemu se koristi zrno za proizvodnju kvalitetnog kruha, peciva i mnoštvo drugih sličnih proizvoda. U kemijskom sastavu zrna dominiraju ugljikohidrati (oko 65 – 75 %) i bjelančevine (oko 10 - 15 %) dok je sadržaj ulja, celuloze i mineralnih tvari manje zastupljen. Osim za mlinarsku industriju, pšenica veliku važnost ima i u prerađivačkoj, prehrambenoj i farmaceutskoj industriji te proizvodnji stočne hrane. Važna je voluminozna krma pogotovo kao zelena masa, pojedinačno ili u smjesi s leguminozama.

Pšenica ima širok areal rasprostranjenosti i euritropna je biljka jer se dobro prilagođuje agroekološkim uvjetima (klimi i tlu). Postoji ozimi i jari tip pšenice pa se uzgaja u gotovo cijelome svijetu. Najpovoljniji uvjeti za uzgoj pšenice su u području između 30° i 50° sjeverne geografske širine, ali se može uzgajati i u manje povoljnim uvjetima od 16° do 30° i od 50° do 60° sjeverne geografske širine (Pospišil, 2010.). Drugim riječima, područje uzgoja ozime pšenice pripada blagoj i umjerenoj kontinentalnoj klimi, dok se jara uzgaja u područjima gdje su temperature tijekom zime preniske za ozimu pšenicu te u sušnijim područjima. Najvažnija karakteristika ozime forme je duža vagetacija i veći prinosi, a manja otpornost na sušu i visoke temperature, dok su jare forme kraće vegetacije, bolje kvalitete zrna i dobro podnose sušu.

Iako postoji veći broj vrsta pšenice, najveću važnost imaju samo meka pšenica (*Triticum aestivum spp. vulgare*) i tvrda pšenica (*Triticum aestivum spp. durum*).

Globalno gledano, pšenica je jedna od najznačajnih ratarskih kultura. Prema statističkim podacima FAOSTAT-a pšenica je u razdoblju od 2007. do 2016. godine prosječno

uzgajana na oko 200 milijuna hektara svjetskih oranica s ukupnom proizvodnjom od 691 milijuna tona i prosječnim prinosom od 3,14 t/ha. Najveći svjetski proizvođači pšenice su: Kina (120 milijuna ha), Indija (86 milijuna ha), SAD (59 milijuna ha), Rusija (55 milijuna ha), Francuska (37 milijuna ha). Prema istim izvorima prosječni prinosi pšenice u 2016. godini iznosili su 5,4 t/ha za Kinu, 3,08 t/ha za Indiju, 3,54 t/ha za SAD, 2,68 t/ha za Rusiju i 5,30 t/ha za Francusku (FAO, 2016.).

Prema podatcima Državnog zavoda za statistiku u Republici Hrvatskoj za desetogodišnje razdoblje (2007.-2016.) pšenica se prosječno uzgajala na 168 682 ha uz variranje od 140 986 ha pa sve do 204 506 ha (Tablica 1.). U istom promatranom razdoblju prosječan prinos je iznosio 5,01 t/ha. Međutim, vjerojatno uslijed vremenskih prilika, variranje prinosa se kretalo od 4,04 t/ha u 2010. pa do 5,71 t/ha u 2016. što predstavlja razliku od 41 %.

Tablica 1. Požnjevene površine i proizvodnja pšenice u Republici Hrvatskoj u desetogodišnjem razdoblju

Godina	**Požnjevene površine (ha)**	**Proizvodnja (u tonama)**	**Prosječan prinos (t/ha)**
2007.	175000	812347	4,64
2008.	156536	858333	5,48
2009.	180376	936076	5,19
2010.	168507	681017	4,04
2011.	149797	782499	5,22
2012.	186949	999681	5,35
2013.	204506	998940	4,88
2014.	156139	648917	4,16
2015.	140986	758638	5,38
2016.	168029	960081	5,71
Prosjek	168 682	843 652	5,01

S obzirom da se pšenica uzgaja širom svijeta jedan dio površina zasigurno ima manje povoljne uvjete u pogledu tla i/ili klimatskih uvjeta za proizvodnju pšenice. Jedan od ograničavajućih čimbenika je kiselost tla koja može uvelike utjecati na prinose i proizvodnju pšenice. U takvim uvjetima tla glavni problem je niska razina pH vrijednosti uslijed toksičnost iona aluminija (Al^{3+}), mangana (Mn^{2+}) i željeza (Fe^{2+}). S druge strane, u kiselim tlima se javlja nedostatak odnosno nepristupačnost elemenata poput fosfora (P), kalcija (Ca) i magnezija (Mg). Najčešća mjera popravka takvih tala je kalcizacija, odnosno meliorativna mjera dodavanja određenog vapnenog materijala. Njime se neutraliziraju ioni Al^{3+} i Mn^{2+} uz istovremeno povećavanje koncentracije iona Ca^{2+} i Mg^{2+} u tlu (Moreira i sur., 2017.). Abd El-Azeem i sur. (2013.) smatraju kako se kalcizacijom utječe na povećanje pH vrijednosti, ali poboljšava se i biološka aktivnosti tla.

1. 1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi naknadni učinak hidratiziranog vapna na prinos, komponente prinosa (broj klasova po m^2, masa 1000 zrna i hektolitarska masa) i kvalitetu zrna (sadržaj proteina, škroba, vlažnog glutena i sedimentaciju) ozime pšenice tri godine nakon primjene.

2. PREGLED LITERATURE

Proizvodnja hrane je vrlo kompleksan proces zbog utjecaja velikog broja čimbenika na kultiviranu biljku. Pored utjecaja vremenskih prilika veliku važnost ima tlo koje predstavlja mediji u kojem biljka raste i koje ima ulogu opskrbiti biljku vodom i mineralnim tvarima. S obzirom da je tlo „živi organizam“ u kojem se neprestano odvijaju fizikalni, kemijski i biokemijski procesi, ono može biti više ili manje povoljno za rast i razvoj biljaka.

Jedan od značajnih ograničavajučih čimbenika postizanja visokih i stabilnih prinosa je kiselost tla koja je prema Miljkoviću (2005.) vrlo spor i dugotrajan prirodni proces, ali može biti i pod utjecajem čovjeka.

Prirodnu kiselost Mesić i sur. (2009.) dijele na geogenu i pedogenu. Kiselost geogenog porijekla je posljedica razvoja tla na kiselim matičnim supstratima, dok je kiselost pedogenog porijekla rezultat razvoja tla na neutralnim i bazičnim matičnim supstratima. Nadalje, pod utjecajem vremenskih prilika dolazi do ispiranja alkalnih kationa s adsorpcijskog kompleksa koji se zamjenjuju vodikovim ionima pri čemu kiselost tla raste.

Pored prirodnih procesa vrlo veliku ulogu u zakiseljavanju tla ima sve intenzivnija poljoprivredna proizvodnja, naglašena mineralna gnojidba (naročito dušičnim gnojivima) kao i industrijsko zagađenje (npr. kisele kiše). Drugim riječima, sve veću ulogu u zakiseljavanju tla ima čovjek svojim posrednim i/ili neposrednim djelovanjem.

Različiti stupnjevi kiselosti tla su globalni problem u većini poljoprivrednih područja i kiselost sve više postaje čimbenik koji ograničava prinos u intenzivnoj proizvodnji. Reakcija usjeva na kiselo tlo je vrlo složena što znači da ne treba na sva kisela tla aplicirati jednake količine sredstva za kalcizaciju, niti sva tla trebaju biti dovedena do istog pH. Kemijskim analizama tla treba utvrditi stupanj pH reakcije tla na temelju čega se matematičkim putem izračunaju potrebne količine vapna koje treba unijeti u tlo. Pri tome treba voditi računa o različitim tipovima tla i usjevima koji će se na tim tlima uzgajati (Adams, 1984.).

Stvarno stanje kiselih tala u svijetu je nemoguće utvrditi jer je tlo neprestano izloženo različitim edafskim procesima i vremenskim utjecajima. Međutim, Von Uexkull i Mutert (1995.) smatraju kako čak oko 30 % svjetskih površina bez ledenog pokrivača ima višu ili nižu kiselu reakciju tla pri čemu je toksičnost aluminija glavni limitirajući čimbenik rasta

na takvim tlima. Također, Hede i sur. (2001., cit. Haug, 1983.) ističu kako je na 30 – 40 % svjetskih obradivih površina ograničavajući čimbenik intenzivne biljne proizvodnje kiselost tla u većoj ili manjoj mjeri.

Mesić i sur. (2009.) navode kako je u Hrvatskoj oko 32 % ukupnih poljoprivrednih površina kiselo pri čemu prednjači istočni dio zemlje tzv. žitnica. Autori zaključuju kako od ukupne površine kiselih tala dominiraju dva tipa tla i to pseudoglej i lesivirano tlo. Slične rezultate su prikazali Kovačević i sur. (1993.) koji navode kako su kisela tla široko rasprostranjena na području Hrvatske.

Iako postoje dva načina rješavanja problema uzgoja biljaka na kiselim tlima, u većini slučajeva glavni način je primjena vapnenog sredstva ili kalcizacija. Lončarić i sur. (2015.) su opisali kalcizaciju kao agrotehničku mjeru kojom se u kiselo tlo primjenjuje sredstvo koje sadrži Ca i/ili Mg kako bi se postiglo tlo neutralne pH reakcije tj. optimalne kiselosti za uzgoj određene biljne vrste.

Sredstva za kalcizaciju mogu biti u dva oblika. Ona koja sadrže samo kalcijev karbonat ($CaCO_3$), kalcijev hidroksid [$Ca(OH)_2$] ili kalcijev oksid (CaO) nazivaju se „kalcitni vapnenci“. Čisti kalcijev karbonat koristi se kao standard za kalcizacijsko sredstvo i ocjenjuje se sa 100 %. Ova ocjena je također poznata kao „ekvivalent kalcijevog karbonata“, a naziva se CCE (eng.). Svi ostali materijali ocjenjeni su u odnosu na ovaj čisti kalcijev karbonat. Druga vrsta sredstva za kalcizaciju sadrži značajnije količine magnezijevog karbonata ($MgCO_3$) i naziva se dolomitno vapno (Crozier i Hardy, 2017.). Osim navedenog, neki autori navode kako i drugi materijali mogu utjecati na smanjenje kiselosti tla i popravljanje plodnosti poput nusproizvoda iz čeličana, biougljen, drveni pepeo, filterska prašina i slično (Plopeanu i sur., 2017; Berihun i sur., 2017.; Ivezic i sur., 2017.).

Mesić (2001.) je proveo poljski pokus koristeći različite vapnene materijale primijenjene u dvije doze: hidratizirano vapno, mekani litotamnijski vapnenac različitog podrijetla, tvrdi vapnenac, dolomit, industrijski otpad - saturacijski mulj i fosfogips, specijalni prirodni supstrat SPS ili Agrarvital. Autor navodi kako je njihovom primjenom došlo do promjene u kemijskom kompleksu tla, ovisno o vrsti i količini te mehanizmu djelovanja pojedinog materijala. Nadalje, najbolji rezultat u četverogodišnjem razdoblju istraživanja ostvaren je s višom dozom saturacijskog mulja, mljevenog mekanog litotamnijskog vapnenca, hidratiziranog vapna, tvrdog vapnenca i dolomita. Od svih korištenih materijala fosfogips

je djelovao najslabije. Mekani litotamnijski vapnenac koji je apliciran u prirodnom stanju djelovao je znatno slabije od mljevenog mekanog vapnenca. Općenito, autor zaključuje da, prema ovom istraživanju, prednost u primjeni treba dati višim dozama kvalitetnih vapnenih materijala u kombinaciji s mineralnim gnojivom.

Kalcizacija, primjena organske tvari i gnojidbe mogu smanjiti kiselost tla i nedostatak mineralnih elemenata u tlu (Chao i sur., 2014). Velik broj autora navodi kako je primjena kalcizacije pozitivno utjecala na prinos različitih biljnih kultura.

Prema istraživanju Karalića (2009.) dokazano je kako se mjerom kalcizacije povećava pristupačnost Al-P_2O_5 i Al-K_2O te koncentracija izmjenjivog Mg. Kalcizacijom i organskom gnojidbom povećale su se vrijednosti KIK-a tla. Karalić i sur. (2005.) su na primjeru lucerne dokazali kako je kalcizacija pozitivno utjecala na prinos suhe tvari lista, stabljike i korijena.

Kovačević i sur. (2006.) proveli su terensko istraživanje na kojem su test kulture bile kukuruz, suncokret i ozimi ječam. Korišteni vapneni materijal bio je karbokalk (nusproizvod industrije šećera s 39 % CaO). Kalcizacija karbokalkom rezultirala je povećanjem prinosa do 50 % i 36 % (kukuruz 2001. i 2002. godine) do 49 % (suncokret 2003.) i 30 % (ječam 2004.).

Također, Temesgen i sur. (2017.) navode povećanje prinosa ječma za čak 58 % uslijed primjene kalcizacije dok Dalla Nora i sur. (2017.) ističu kako su kukuruz, pšenica i soja pozitivno reagirali na kalcizaciju vapnom i gipsom u većini slučajeva.

Na temelju provedenih pokusa Fageria i Baligar (1999.) navode da je od pet testiranih kultura riža imala najveću tolerantnost na kiselost tla, a pšenica najmanju (riža>kukuruz>soja>grah>pšenica).

Andrić i sur. (2012.) proveli su 2006. i 2007. godine poljski pokus kako bi ispitali djelovanje hidratiziranog kalcita (73 % CaO + 2-3 % MgO + 21 % H_2O) na prinos kukuruza i soje. Utvrdili su kako je tretman kalcizacije povećao prinos kukuruza za 33 % i 35 %. U trećoj godini ispitivanja soja je pozitivno reagirala na kalcizaciju povećanjem prinosa do 44 %.

Slično istraživanje su proveli Karalić i sur. (2005.) u trogodišnjem poljskom pokusu kalcizacije i gnojidbe organskim gnojem na području istočne Hrvatske. Najniži prinos suhe tvari lucerne ostvaren je kod kontrolne varijante. Kalcizacija je značajno povećala broj i visinu biljaka pri čemu je najznačajnije povećanje ostvareno u kombinaciji sa stajnjakom.

Prinos zelene mase svježe tvari kretao se od 24,8 t/ha do 84,6 t/ha. Općenito, autori zaključuju kako su kalcizacijski tretmani rezultirali povećanjem ukupnih prinosa svježe i suhe tvari.

Andrišić i sur. (2011.) proveli su poljski pokus kalcizacije i gnojidbe na kiselom pseudoglejnom tlu u istočnoj Hrvatskoj te utvrdili kako je kalcizacija rezultirala smanjenjem kiselosti tla s početni 3,90 (pH_{KCl}) na 4,32 (pH_{KCl}) uz neutralizaciju 0,62 cmol kg^{-1} hidrolitičke kiselosti tla.

Kovačević i Lončarić (2014.) su postavili pokus u četiri ponavljanja s povećanim dozama karbokalka. Rezultati su pokazali kako je kalcizacija znatno povećala pH tla te kako i najmanje količine karbokalka (15 t/ha) rezultiraju povećanjem prinosa kukuruza (četverogodišnji prosjek) za 16% u odnosu na kontrolu.

Utjecaj različitih tretmana kalcizacije s dolomitom na prinos zrna kukuruza, ozime pšenice i ozimog ječma u petogodišnjem (2003.-2007.) poljskom pokusu su proučavali Rastija i sur. (2010.). Kalcizacija je značajno utjecala na prinos usjeva uz variranje prinosa između godina zbog različitih okolišnih uvjeta. Najbolji učinak kalcizacije ostvaren je na ječmu i kukuruzu jer su njihovi prinosi zrna porasli za 33 %, odnosno za 22 %. Iako je najveći prinos svih usjeva postignut pri tretmanu od 15 t/ha dolomita, rezultati su također pokazali da su neke niže doze bile jednako učinkovite, posebno kod pšenice i ječma.

Jašarević (2016.) je provela poljsko istraživanje u kojem je utvrđena učinkovitost Agrocal Ca+Mg i Agrocal Ca proizvoda u reguliranju suvišne kiselosti tla te njihovu učinkovitost na prinos i kvalitetu Ogulinskog kupusa. Nakon provedenih istraživanja utvrđen je pozitivan utjecaj Holcim Agrocal proizvoda u neutralizaciji štetne kiselosti tla. Najveći porast pH vrijednosti u odnosu na kontrolu zabilježen je kod varijanti s najvećim dozama. Usporedno gledano, primjenom Agrocal Ca zabilježeno je veće povećanje pH vrijednosti tla u odnosu na Agrocal Ca+Mg. Osim što je primjenom ovih sredstava došlo do neutralizacije štetne kiselosti tla, pozitivan učinak je i u povećanju prinosa kupusa te poboljšanje mineralnog sastava.

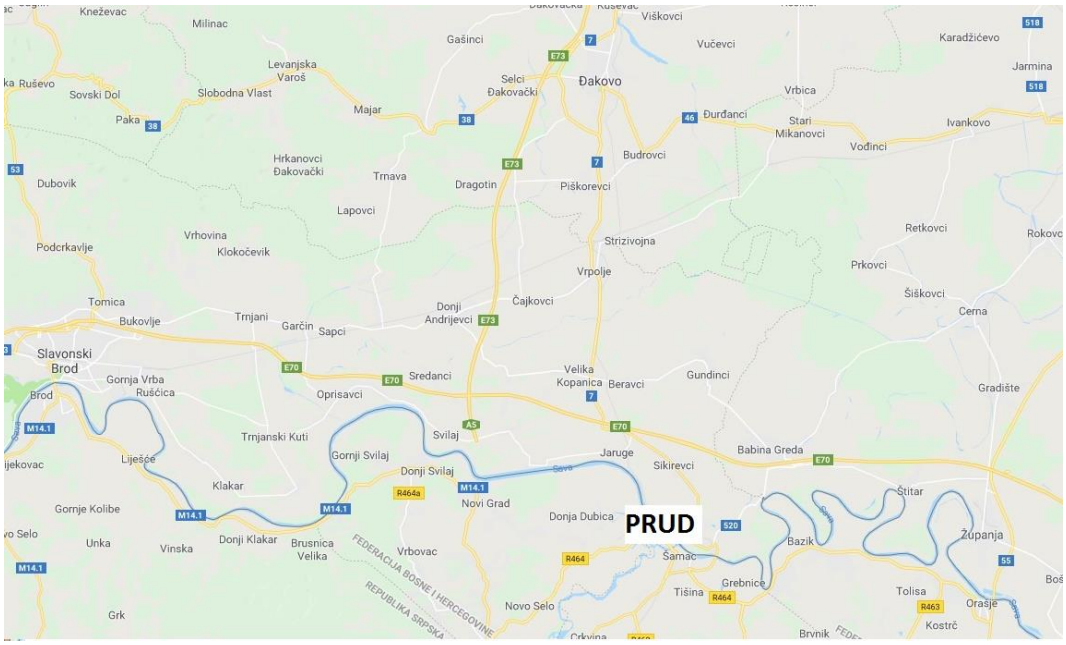
Suvišna kiselost tla je ograničavajući čimbenik koji u velikoj mjeri određuje učinkovitost agrotehničkih zahvata na poljoprivrednim gospodarstvima u Hrvatskoj (Mesić i sur., 2009.). U okviru rješavanja problema gospodarenja poljoprivrednim tlima primjena vapnenih sredstava zauzima ključno mjesto. Autori zaključuju kako je u posljednjih nekoliko godina kalcizacija sve zastupljenija, ali još uvijek postoji potreba za korekcijom

suvišne kiselosti tla. Problem predstavlja činjenica da je analiza tla još uvijek nedovoljno zastupljena u Hrvatskoj poljoprivrednoj proizvodnji, te se vapneni materijali primjenjuju u količinama koje nisu odgovarajuće, a takvo postupanje često može više narušiti nego popraviti svojstva tla.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Poljski pokus

Istraživanje je provedeno postavljanjem poljskog pokusa u ožujku 2011. godine u Posavskom kantonu na OPG-u Jović (45°03'51.8"N 18°22'44.9"E), Bosna i Hercegovina (BiH) neposrednu uz granicu s Republikom Hrvatskom (Slika 1). U istraživanju je primijenjeno ukupno četiri tretmana: 0 t/ha (kontrola), 3,5 t/ha, 7,0 t/ha i 14 t/ha hidratiziranog vapna koje sadrži 72 % CaO, 2 % MgO i 21 % vezane vode.



Slika 1. Lokacija pokusa kalcizacije

Pokus je postavljen prema slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja. Prije rasipanja vapnenog materijala obavljeno je razmjeravanje i postavljanje „mreže“ pokusa (Slika 2 i Slika 3). Veličina cijelog pokusa uključujući zaštitne staze je iznosila 1300 m^2, a veličina osnovne parcele 72,5 m^2. Sorta pšenice Apache je posijana krajem listopada 2013. godine, a prije i tijekom vegetacije su primijenjene uobičajene agrotehničke mjere u intenzivnoj proizvodnji.



Slika 2. Razmjeravanje pokusa (izvor: Iljkić, D.)



Slika 3. Rasipanje vapnenog materijala po tretmanima (izvor: Iljkić, D.)

U periodu od početka vlatanja do sredine vlatanja na pokusnim površinama su napravljene staze između svakog tretmana i svakog ponavljanja. Ovo se radi iz razloga što je u vrijeme uzimanja uzoraka biljnog materijala jednostavnije i brže snalaženje u prostoru (Slika 4).



Slika 4. a i b. Izgled „staza“ u vlatanju (izvor: Iljkić, D.)

3. 2. Uzorkovanje tla

U ranu jesen 2010. godine nakon skidanja pretkulture uzeti su uzorci tla i napravljene kemijske analize po uobičajenim metodama na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku u laboratoriju Zavoda za agroekologiju.

Uzorkovanje je obavljeno pedološkom sondom do dubine 30 cm (Slika 5) pri čemu je uzet jedan prosječni uzorak mase oko 1 kg koji se sastojao od 20 pojedinačnih uzoraka. Nakon dopremanja u laboratorij, uzorci tla su očišćeni od organskih ostataka i ostalih primjesa te osušeni u tankom sloju na sobnoj temperaturi. Zrakosuhi uzorci tla su zatim usitnjeni posebnim mlinom za tlo, prosijani kroz sito promjera 2 mm i homogenizirani, nakon čega su pripremljeni za analizu sukladno standardnom propisanom postupku (ISO 11464, 1994a).



Slika 5. Uzimanje uzoraka tla pedološkom sondom (izvor: Iljkić, D.)

3. 3. Kemijska analiza tla

Trenutna ili aktualna kiselost (pH_{H2O}) određena je elektrokemijskim mjerenjem u suspenziji tla s destiliranom vodom, a supstitucijska ili izmjenjiva kiselost (pH_{KCl}) u suspenziji tla s otopinom 1M KCl-a (ISO 10390, 1994.). Sadržaj humusa određen je bikromatnom metodom (ISO 14235, 1998.).

Sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalija u tlu određen je AL metodom po Egnér, Riehm i Domingu (Egner i sur., 1960.) pri čemu se ekstrakcija obavlja pufernom otopinom amonij-

laktata čiji je pH 3,75. Pristupačnost fosfora određuje se kolorimetrijski tzv. plavom metodom, a mjerenje je obavljeno na valnoj duljini 680 nm UV spektrofotometrom Cary 50. Pristupačnost kalija utvrđuje se direktno iz ekstrakta tla emisijskom tehnikom na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru pri 766,5 nm. Rezultati AL metode su koncentracije biljkama pristupačnog fosfora i kalija u analiziranom uzorku tla, a izražavaju se u mg P_2O_5 100 g tla^{-1} i mg K_2O 100 g tla^{-1}. Prema rezultatima AL metode, tla se dijele u različite klase opskrbljenosti fosforom i kalijem.

Preliminarnim istraživanjem je utvrđeno da se radi o tipu tla pseudoglej dok je na temelju provedenih kemijskih analiza tla utvrđeno da se radi o tlu vrlo kisele reakcije. Dobivene vrijednosti $pH_{(H2O)}$ su iznosile 5,50, a u $pH_{(KCl)}$ 4,13 što ovo tlo svrstava u kategoriju vrlo kiselih tala. Također, utvrđen je i vrlo nizak sadržaj humusa koji je iznosio 1,44 %. Vrijednosti biljci pristupačnog fosfora i kalija utvrđene AL metodom su iznosile 14,0 mg P_2O_5/100 g tla odnosno 19,29 mg K_2O/100 g tla (Iljkić i sur. 2018.). Navedeno znači kako je opskrbljenost fosforom bila umjerena, a kalijem dobra.

3. 4. Uzorkovanje i analiza zrna

Neposredno pred žetvu ručno su uzeti uzorci biljnog materijala s 1 m^2 (4 x 0,25 m^2) sa svake osnovne parcele uz pomoć kvadrata i vrtnih škara pri čemu je vrlo važno posvetiti pozornost označavanju svakog ponavljanja i tretmana (Slika 6). Uzorci su zatim korišteni za određivanje prinosa i komponenata prinosa (broj klasova po m^2, masa 1000 zrna i hektolitarska masa).



Slika 6. Uzimanje uzoraka biljnog materijala (izvor: Iljkić, D.)

Iz ukupnog uzorka zrna s 1 m^2 određen je sadržaj proteina, škroba, vlažnog glutena, sedimentacija i hektolitarska masa. Ove analize su obavljene u laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek pomoću Infratec 1241 Grain Analyser (Foss, Danska) uređaja koji radi na principu NIT tehnologije (Near Infrared Transmission) odnosno bliske infracrvene (570-1050 nm) transmisije (Slika 7).



Slika 7. Infratec Grain Analizator, uređaj za određivanje kvalitete zrna pšenice (izvor: Iljkić, D.)

3. 5. Analiza meteoroloških podataka

Analiza vremenskih prilika u ovom istraživanju temeljena je na ukupnim mjesečnim količinama oborine (mm) te na srednjim mjesečnim temperaturama zraka (°C) za vegetacijsko razdoblje pšenice. Također, u radu su korištene i višegodišnje prosječne vrijednosti za razdoblje 1971. – 1990. u svrhu usporedbe s analiziranom vegetacijom pšenice. Podaci su prikupljeni na meteorološkoj postaji Gradište (kod Županje) Državnog hidrometereološkog zavoda Republike Hrvatske. S obzirom da se vegetacija pšenice odvija kroz duže vremensko razdoblje prikazane se vrijednosti odnose na razdoblje od listopada do lipnja.

3. 6. Statistička obrada podataka

Dobiveni rezultati su obrađeni u računalnom programu Excel 2016. i SAS Software 9.1.3. (SAS Institute Inc., 2003.). Statistička obrada podataka o istraživanim svojstvima je provedena pojedinačnom analizom varijance uz korištenje F testa. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih faktora i tretmana je ocjenjena LSD-om.

4. REZULTATI

4. 1. Vremenske prilike tijekom 2013./2014. godine

S obzirom da ozima pšenica ima dugačku vegetaciju koja traje preko 9 mjeseci vrlo često je izložena nepovoljnim abiotskim čimbenicima pri čemu količina oborina i temperature zraka imaju najveći značaj.

Vegetacijska sezona 2013./2014. je prema ukupnoj količini oborina bila relativno povoljna jer je u vegetacijskoj sezoni palo 38 mm više u usporedbi s višegodišnjim prosjekom (VGP). Međutim, tijekom vegetacije su se dogodila značajna odstupanja u pogledu količine oborina što može imati za posljedicu pozitivan ili negativan utjecaj na prinos (Tablica 2.).

Tablica 2. Količina oborina (mm) tijekom vegetacijskog razdoblja ozime pšenice te višegodišnji prosjek na meteorološkoj postaji Gradište

Mj.	**Lis.**	**Stu.**	**Pro.**	**Sij.**	**Velj.**	**Ožuj.**	**Trav.**	**Svib.**	**Lip.**	**Ukupno**
Vegetacijska sezona ozime pšenice 2013./2014.										
mm	62	57	4	29	35	39	88	165	46	525
Višegodišnje prosječne vrijednosti (1971.-1990.)										
mm	59	59	50	41	36	42	53	66	81	487
Odstupanje (%)										
mm	+5	-4	-92	-30	-3	-7	+66	+150	-43	+8

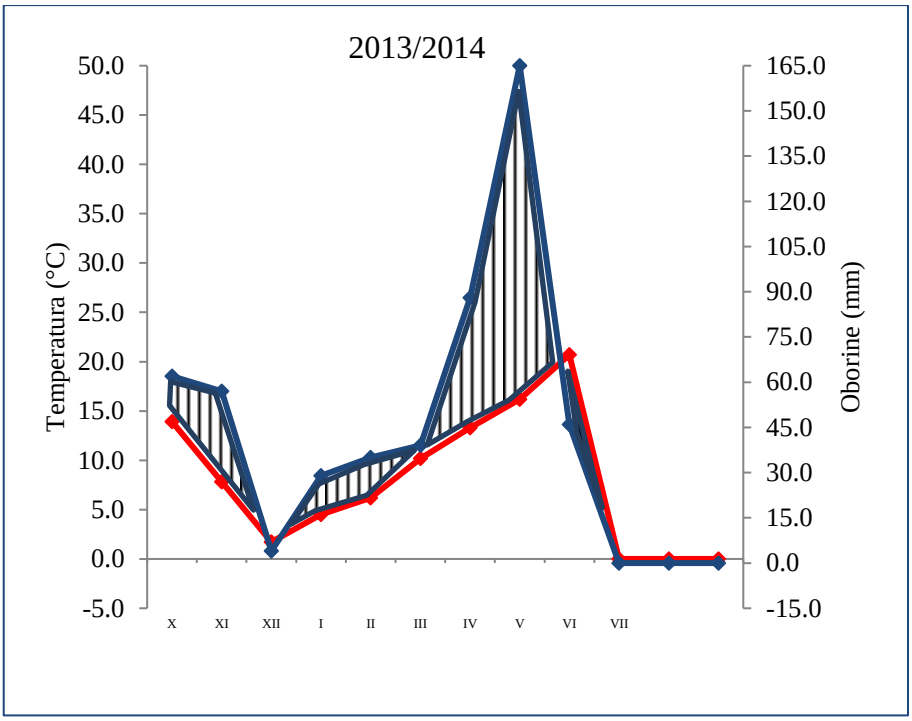
U vrijeme sjetve količine oborina su bile na razini višegodišnjeg prosjeka dok je u zimskom periodu (prosinac-veljača) količina oborina bila ispod prosjeka (68 mm u 2013./2014.; 127 mm VGP). Ovakve niže količine oborina tijekom najhladnijeg dijela godine idu u prilog ozimoj pšenici. Količine oborina u proljetnom dijelu (ožujak-svibanj) vegetacije su bile iznad prosjeka za čak 81 % što pozitivno utječe na prinos jer se pšenica nalazi u fazi vlatanja i klasanja kada ima najveće potrebe za vodom.

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda RH vegetacijska sezona 2013./2014. je u pogledu prosječnih srednjih dnevnih temperatura zraka bila toplija od promatranog višegodišnjeg prosjeka za čak 2,1 °C (Tablica 3.). Tijekom cijele vegetacije prosječne temperature zraka u svakom mjesecu su bile više, osim prosinca i svibnja. Naročito odstupanje se dogodilo tijekom zimskih mjeseci kada su temperature bile veće za 4,2 °C (u siječnju) i 3,8 °C (u veljači) što ukazuje na vrlo blagu zimu. U proljetno-ljetnom razdoblju (svibanj-lipanj) prosječne temperature zraka su bile vrlo blizu višegodišnjem prosjeku što ide u prilog pšenici jer je ona osjetljiva na ekstremno visoke temperature zraka. Također, pri povoljnim (nižim) temperaturama faza nalijevanja zrna traje duže što svakako pozitivno utječe na prinos pšenice.

Tablica 3. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) tijekom vegetacijskog razdoblja ozime pšenice te višegodišnji prosjek na meteorološkoj postaji Gradište

Mj.	**Lis.**	**Stu.**	**Pro.**	**Sij.**	**Velj.**	**Ožuj.**	**Tra.**	**Svib.**	**Lip.**	**Prosjek**
Vegetacijska sezona ozime pšenice 2013./2014.										
°C	13,9	7,8	1,7	4,5	6,2	10,2	13,3	16,2	20,7	10,5
Višegodišnje prosječne vrijednosti (1971.-1990.)										
°C	11,3	5,6	1,7	0,3	2,4	6,9	11,5	16,7	19,6	8,4
Odstupanje (%)										
°C	+23	+39	0	+1500	+158	+59	+16	-3	+6	+25

Prema Heinrich-Walterovom klijamdijagramu jasno je vidljivo kako je vegetacijska sezona 2013./2014. bila povoljna sa stajališta oborina i temperatura zraka (Graf 1.). Tijekom gotovo cijelog razdoblja vegetacije količina oborina je bila iznad prosjeka dok se vrlo kratko sušno razdoblje dogodilo samo između lipnja i srpnja kada je i poželjno vrijeme s manje oborina uz više temperature zraka kako bi otpuštanje vode iz zrna bilo što bolje.



Graf 1. Heinrich-Walterov klimadijagram vegetacijske sezone 2013./2014.

4. 2. Utjecaj kalcizacije na prinos i komponente prinosa pšenice

Na pokusnim površinama kalcizacije prosječan prinos zrna pšenice je iznosio 5,65 t/ha, što je relativno dobar prinos ukoliko ga usporedimo sa službenim podatcima Državnog zavoda za statistiku za 2014. godinu koji iznosi 4,16 t/ha za Republiku Hrvatsku.

Statistički najniža vrijednost prinosa je utvrđena na kontrolnom tretmanu dok je najveća vrijednost utvrđena na tretmanu kalcizacije od 14 t/ha hidratiziranog vapna pri čemu razlika iznosi oko 23 % (Tablica 4.). Tretman od 3,5 t/ha nije bio statistički značajan tri godine nakon postavljanja pokusa s hidratiziranim vapnom dok je statistički značajno povećanje prinosa za 1,10 t/ha i 1,19 t/ha postignuto samo na tretmanima 7,0 t/ha i 14,0 t/ha u usporedbi s kontrolnim tretmanom.

Prosječan broj klasova po m^2 u ovom istraživanju je iznosio 580 uz variranje od 547 do 628. Najmanji broj klasova je utvrđen na tretmanu s 3,5 t/ha iako se nije statistički značajno razlikovao od kontrolne varijante i tretmana sa 7,0 t/ha hidratiziranog vapna. U usporedbi s kontrolnom varijantom broj klasova po m^2 je povećan za 29 i 70 na tretmanima 7,0 t/ha i 14,0 t/ha.

U provedenom istraživanju prosječna utvrđena vrijednost mase 1000 zrna je iznosila 35,4 g što je relativno niska vrijednost uz malo variranje od 35,1 g do 35,8 g (Tablica 4.). Tretmani kalcizacije nisu bili statistički opravdani za ovu komponentu prinosa.

Hektolitarska masa je jedan od najstarijih pokazatelja ocjenjivanja kvalitete pšenice, odnosno žitarica općenito. Vrlo je značajna za mlinarsku industriju jer pokazuje randman brašna, odnosno koliko se brašna dobije od sto litara zrna. Općenito se kreće od 60 do 84 kg/hl. Smanjivanjem hektolitarske mase smanjuje se količina brašna, a povećava količina mekinja.

U ovom istraživanju kalcizacija nije statistički značajno utjecala na ovu komponentu prinosa i prosječna vrijednost hektolitarske mase je iznosila 74,6 kg/hl uz variranje od 74,4 kg/hl do 75,0 kg/hl (Tablica 4.).

Tablica 4. Utjecaj kalcizacije na prinos i komponente prinosa pšenice

Tretman (t/ha)	**Prinos (t/ha)**	**Broj klasova (m^2)**	**Masa 1000 zrna (g)**	**Hektolitarska masa (kg)**
0	5,05	558	35,8	75,0
3,5	5,17	547	35,5	74,4
7,0	6,15	587	35,1	74,6
14,0	6,24	628	35,3	74,6
Prosjek	5,65	580	35,4	74,6
$LSD_{0,05}$	0,83	77	ns	ns

4. 3. Utjecaj kalcizacije na kvalitetu zrna pšenice

Sa stajališta ljudske ishrane proteini su najvažnija skupina organskih spojeva i važan su izvor esencijalnih aminokiselina. Iako zrno pšenice nije bogato proteinima u usporedbi s drugim skupinama kultiviranih biljaka njen značaj je u tome što predstavlja osnovnu hranu u mnogim dijelovima svijeta te je najčešći izvor proteina svakog dana. Uobičajeni raspon proteina u zrnu pšenice je od 10,5 % do 13,5 % iako ove vrijednosti mogu biti više i niže od navedenog.

U provedenom istraživanju utvrđen sadržaj proteina je izuzetno nizak i iznosi svega 9,3 %. Najniža vrijednost je utvrđena na kontrolnoj varijanti, a porastom tretmana kalcizacije linearno je povećan i postotak proteina. Signifikantno povećanje je ostvareno samo na tretmanima sa 7,0 t/ha i 14,0 t/ha hidratiziranog vapna za oko 11,5 % (Tablica 5.).

Sadržaj škroba kao najzastupljenije komponente zrna je u prosjeku iznosio 74,8 %. Iako su utvrđene razlike između kontrolne varijante i tretmana kalcizacije, one nisu bile statistički značajne. Veće vrijednosti su utvrđene kod kontrole i tretmana s 3,5 t/ha vapna, a manje kod najviših doza vapna.

Korelacija između sadržaja proteina i škroba je obrnuto proporcionalna. Tako je utjecaj tretmana hidratiziranim vapnom u dozi od 7,0 t/ha i 14,0 t/ha povećao sadržaj proteina za 1,0 % i 1,1 % ali smanjio sadržaj škroba za 0,8 % i 1,0 %.

Tablica 5. Utjecaj hidratiziranog vapna na kvalitetu zrna pšenice

Tretman (t/ha)	**Proteini (%)**	**Škrob (%)**	**Vlažni gluten (%)**	**Sedimentacija (cm^3)**
0	8,8	75,3	19,5	19,5
3,5	8,9	75,3	20,4	21,2
7,0	9,8	74,5	22,0	23,8
14,0	9,9	74,3	24,5	25,6
Prosjek	**9,3**	**74,8**	**21,6**	**22,5**
$LSD_{0,05}$	0,7	ns	1,9	1,4

Kalcizacija je signifikantno utjecala na sadržaj vlažnog glutena u provedenom pokusu kalcizacije te je s povećanjem količine hidratiziranog vapna došlo do gotovo lineranog porasta sadržaja vlažnog glutena u zrnu. Prosječna vrijednost je iznosila 21,6 % uz variranje od 19,5 % (kontrola) do 24,5 % (14,0 t/ha) što predstavlja povećanje od oko 26 %. Kalcizacija s 3,5 t/ha vapna nije bila statistički opravdana, ali primjena većih količina (7 i 14 t/ha) je signifikantno povećala sadržaj vlažnog glutena.

Slična situacija je i kod vrijednosti sedimentacije, gdje je utvrđena signifikantna opravdanost kalcizacije. Prosječna vrijednost je iznosila 22,5 cm^3 uz značajno variranje između tretmana. Povećanjem doze hidratiziranog vapna povećavala se i vrijednost sedimentacije za oko 9 %, 22 % i 31 %.

5. RASPRAVA

Ozima pšenica je vrlo značajna ratarska kultura u svijetu i našim krajevima. Gagro (1997.) smatra kako je agrotehnička važnost pšenice u tome što zauzima velike uzgojne površine, dobra je pretkultura za većinu ratarskih usjeva jer se relativno rano odvija žetva, ne ostavlja puno žetvenih ostataka što omogućuje kvalitetnu obradu i predsjetvenu pripremu tla i sjetvu. Nadalje, autor navodi kako je moguće zaoravanje zelene mase i slame, uglavnom nema zajedničkih bolesti i štetnika s ostalim skupinama kultura, većinom se koristi istovrsna mehanizacija kao i za druge ratarske kulture te je proizvodni proces potpuno mehaniziran.

Vremenske prilike u vegetacijskoj sezoni 2013./2014. su bile relativno povoljne. U vrijeme sjetve količine oborina su bile na razini višegodišnjeg prosjeka, dok je tijekom zimskog razdoblja bilo znatno manje oborina što ide u prilog pšenici. Također, veće količine oborina u travnju i svibnju su pogodovale razvoju ozime pšenice. U isto vrijeme srednje prosječne temperature zraka su bile više od višegodišnjeg prosjeka.

Pepó i Kovačević (2011.) su analizom prinosa i meteoroloških podataka od 1990. do 2009. u Hrvatskoj i Mađarskoj utvrdili variranje prinosa između godina u obje zemlje. Autori su dokazali kako su najveći prinosi pšenice ostvareni kada je u zimskom periodu količina oborina iznosila između 230 - 260 mm te u proljeće između 180 - 230 mm. Isti autori smatraju kako kiša u proljetnom razdoblju ima najveći pozitivan učinak za postizanje visokih prinosa.

Agroekološki uvjeti imaju značajan utjecaj na prinos i kvalitetu pšenice pri čemu se variranje prinosa uglavnom događa kao posljedica utjecaja vremenskih prilika. Lobell i Field (2007.) smatraju kako je otprilike 30 % variranja prinosa šest glavnih kultura u svijetu posljedica djelovanja vremenskih prilika, prvenstveno količine oborina i temperatura zraka. Iljkić i sur. (2014.) na temelju petogodišnje analize klimatskih podataka i prinosa pšenice, ječma i uljane repice zaključuju kako prevelike količine oborina tijekom zimskog razdoblja imaju negativne učinke na prinose ozimih kultura.

Marijanović i sur. (2010.) su temeljem analize većeg broja godina utvrdili značajna variranja prinosa pšenice uslijed različitih vremenskih prilika. Autori navode kako su prinosi u tri povoljne godine (1984., 1988. i 1989.) za regiju istočne Hrvatske iznosili 5,53 t/ha dok su u tri nepovoljne godine (1978., 1980. i 1982.) oni bili 4,22 t/ha ili za 24 % niži.

Razlike u razdoblju od 1996. do 2007. su bile od 3,62 t/ha do 5,00 t/ha. Autori zaključuju kako je veza između prinosa pšenice i vremenskih prilika dosta složena, ali da postoje indikacije kako su blage zime i umjerena količina dobro raspoređenih oborina povoljnije za pšenicu.

Primjenom hidratiziranog vapna došlo je do značajnih promjena u nekoliko promatranih parametara. Pokusom je utvrđeno kako je tretman kalcizacije u količini od 3,5 t/ha imao pozitivan utjecaj na povećanje prinosa za 0,12 t/ha, dok je broj klasova po m^2 bio manji za 11 u usporedbi s kontrolnom varijantom gdje nije primijenjeno hidratizirano vapno. Statistički opravdan utjecaj imao je tretman sa 7,0 t/ha i 14,0 t/ha (Tablica 4.) gdje je došlo do povećanja prinosa za 1,1 t/ha i 1,19 t/ha. Slične rezultate dobili su Andrić i sur. (2012.) gdje je prinos kukuruza povećan za 33 % i 35 % uslijed primjene kalcizacije te Jurković i sur. (2008.) koji upućuju na povećanje prinosa kukuruza do 10 % i prinos pšenice za 40 %.

Prve godine istraživanja na ovom pokusu Jović i sur. (2012.) navode kako je primjena vapna u količini od 14,0 t/ha povećala prinos zrna kukuruza za 12 %, ali to nije bilo statistički značajno. Autori to objašnjavaju nepovoljnijom godinom za kukuruz kao i vremenom primjene kalcizacijskog materijala (neposredno prije sjetve kukuruza).

Na temelju istraživanja Kovačević i sur. (2010.) navode pozitivan utjecaj dolomita na prinos kukuruza i ječma. Autori zaključuju kako je do povećanja prinosa došlo druge i pete godine nakon postavljanja pokusa te su utvrdili povećanje prinosa do 50 % ovisno o godini i usjevu. Također, utvrdili su značajan utjecaj primjene dolomita na smanjenje broja sterilnih biljaka kukuruza.

Klimatske prilike i kalcizacija mogu dovesti do oscilacija u prinosu. Komljenović i sur. (2015.) su na temelju poljskog pokusa utvrdili kako je kalcizacija povećala prinos za 31 % (četverogodišnji prosjek) uz različito variranje po godinama. U 2010. prinos je porastao za 18 % dok je u 2011. godini povećan čak 47 %.

Rastija i sur. (2016.) su u svom istraživanju dokazali kako je povećanje prinosa pšenice uglavnom rezultat većeg broja klasova po jedinici površine, što se može potkrijepiti sličnim rezultatima ovog istraživanja (Tablica 4.).

Masa 1000 zrna je pokazatelj nalivenosti endosperma pšenice i ona nije stalna već se mijenja ovisno o vremenskim uvjetima, ali značajne razlike postoje i na temelju karakteristika sorte. Uobičajeni raspon mase 1000 zrna je od 35 do 48 g iako neki autori navode i veće vrijednosti (Kelmendi i sur., 2009.).

U provedenom istraživanju, komponente prinosa, masa 1000 zrna i hektolitarska masa nisu pokazale rezultate koji bi bili statistički opravdani. Postoje razlike između tretmana u rasponu od 0,6 g za masu 1000 zrna te 0,6 kg/hL za vrijednosti hektolitarske mase. Navedene varijacije su mogle nastati uslijed vremenskih prilika ili nekih drugih specifičnosti interakcije tlo-biljka-vremenske prilike.

Prema Mladenov i sur. (1998.) masa 1000 zrna i hektolitarska masa zrna su genetski kontrolirana svojstva na koja značajan učinak imaju okolišni uvjeti proizvodnje.

Srečec (2014.) navodi kako hektolitarsku masu povisuju kompaktna staklasta zrna, potpuno dozrela zrna, mala zrna i zrna osrednje veličine, ovalna zrna glatke površine, nizak sadržaj vode i tanka ljuska. S druge strane, hektolitarsku masu smanjuju mekana brašnasta zrna, velika duguljasta zrna, povišen sadržaj vode te debela i hrapava ljuska. Autor navodi kako niska hektolitarska masa upućuje na nisku tehnološku kvalitetu zrnastih ratarskih proizvoda, napose žitarica.

Tretman hidratiziranim vapnom u količini od 3,5 t/ha imao je za posljedicu povećanje sadržaja proteina za samo 0,1%, dok je primjena vapna u količini od 7,0 t/ha i 14,0 t/ha dovela do značajnog povećanja od čak 1,0 % i 1,1 % u usporedbi s kontrolom.

Sadržaj škroba uslijed primjene različitih količina hidratiziranog vapna nije se značajno promijenio. Iako razlike postoje između tretmana one nisu statistički opravdane. U ovom istraživanju sadržaj škorba je bio najveći na prva dva tretmana i opadao je povećanjem količine dodanog vapna što je obrnuto od sadržaja proteina.

U ovom istraživanju povećanjem sadržaja proteina došlo je do pada sadržaja škroba, što je i očekivano, jer su u obrnuto proporcionalnoj korelaciji. Slične rezultate prikazali su Kovačević i sur. (2015.). U svom istraživanju autori su dokazali pozitivan utjecaj Fertdolomita na komponente kvalitete pšenice. Uslijed tretmana Fertdolomita došlo je do povećanja sadržaja proteina (15,7 %), vlažnog glutena (38,1 %), sedimentacije (58,1 mL) te smanjenja sadržaja škroba (63,9 %).

Sa stajališta otkupa žitarica vrlo važno je naglasiti pozitivan utjecaj primijenjenog hidratiziranog vapna, odnosno provedene kalcizacije. U ovom istraživanju kalcizacija je osim povećanja prinosa pozitivno utjecala i na povećanje kvalitete zrna pšenice, ponajviše u pogledu sadržaja protiena što je izuzetno značajno prilikom otkupa pšenice jer povećava cijenu.

Također, kalcizacija je imala za posljedicu i povećanje vlažnog glutena u zrnu ozime pšenice. Na kontrolnom tretmanu iznosio je 19,5 % dok je na tretmanu od 14,0 t/ha iznosio 24,5 % što predstavlja povećanje od 25 %.

Vrijednosti sedimentacije također su imale sličan trend gotovo linearnog povećanja kao i vlažni gluten. Najmanja vrijednost sedimentacije je utvrđena na kontroli, a najviša na tretmanu od 14,0 t/ha vapna što predstavlja povećanje od 31 %.

Jolankai i Birkas (2013.) su na temelju 15-godišnjeg istraživanja utvrdili kako su prinos i kvaliteta pšenice pod velikim utjecajem godine. Nadalje zaključuju da je vlažni gluten vrlo stabilan parametar dok su sadržaj proteina i sedimentacija pod većim utjecajem vremenskih prilika.

Slične rezultate potvrđuje Horvat i sur. (2012.). Autori su utvrdili kako parametri kvalitete ovise o genotipu, lokaciji, godini i njihovim međusobnim interakcijama.

Kelmendi i sur. (2009.) su tijekom tri godine na dva lokaliteta ispitivali prinos, komponente prinosa i kvalitetu šest sorti pšenice porijeklom iz Republike Hrvatske (Ilirija, Golubica, Barbara, Lucija, Panonka i Super Žitarka). Autori su utvrdili signifikantne razlike za prinos zrna i sadržaj proteina između sorti, lokacije i godine te signifikantnu interakciju sorta x lokacija x godina. Autori zaključuju kako su sorte Ilirija, Golubica i Panonka u provedenim ispitivanjima pokazale visok stupanj adaptabilnosti u uvjetima proizvodnje pšenice.

6. ZAKLJUČAK

Provedeno poljsko istraživanje je pokazalo značajan pozitivan utjecaj hidratiziranog vapna na ispitivane parametre prinosa i kvalitete zrna pšenice. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja i statističke obrade podataka dobiveni su vrlo jasni zaključci.

Vremenske prilike imaju značajan utjecaj na visinu prinosa pšenice. U analiziranoj godini količina oborina i prosječne temperature zraka su bile relativno povoljne za rast i razvoj pšenice posebno u kritičnim fazama razvoja.

U usporedbi sa kontrolnim tretmanom kalcizacija je pozitivno utjecala na povećanje prinosa, broj klasova po m^2, sadržaj proteina, vlažnog glutena i sedimentaciju. Tri godine nakon primjene kalcizacije, najbolji učinak pokazao je tretman hidratiziranim vapnom u količini od 14,0 t/ha jer je pokazao najveće ostvarene vrijednosti. Glavni razlog povećanja prinosa je posljedica značajno većeg broja klasova po m^2. Hidratizirano vapno nije pokazalo statistički bitne razlike za masu 1000 zrna i hektolitarsku masu.

Osim povećanja prinosa, kalcizacija je imala i signifikantan utjecaj na kvalitetu zrna što je jako važno ako se uzme u obzir činjenica da se cijena otkupa pšenice uglavnom bazira na sadržaju protiena. U ovom istraživanju sadržaj proteina je bio općenito jako nizak, ali tretmani kalcizacije su doveli do povećanja proteina za čak 12 %. Također, vrlo značajno povećanje je ostvareno i za sadržaj vlažnog glutena za oko 26 % i sedimentacije za otprilike 31 % ovisno o tretmanu.

Općenito, provedeno istraživanje s hidratiziranim vapnom kao mjerom neutralizacije suvišne kiselosti tla je kvalitetno sredstvo koje se može koristiti za kalcizaciju u poljoprivrenoj proizvodnji i koje pozitivno utječe na prinos i kvalitetu zrna pšenice.

7. POPIS LITERATURE

1. Abd El-Azeem S.A.M., Ahmad M., Usman A.R.A., Kim K.R., Oh S.E., Lee S.S, Ok Y.S. (2013): Chansliges of biochemical properties and heavy metal bioavailability in soil treated with natural liming materials. Environmental Earth Sciences. 70 (7): 3411-3420.
2. Adams, F. (1984.): Soil acidity and liming. Second edition. Madison, Wisconsin USA
3. Andrić, L., Rastija, M., Teklić, T., Kovačević, V. (2012.): Response of maize and soybeans to liming. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36: 415-420
4. Andrišić, M., Lončarić, Z., Šeput, M., Komesarović, B., Rašić, D., Popović, B., Cvjetković, S. (2011.): Utjecaj kalcizacije, mineralne i organske gnojidbe na prinos kukuruza. Zbornik sažetaka 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
5. Kelmendi, B., Musa F., Berisha, D., Bekqeli, R., Cacaj, I., Fetahu, S., Rusinovci, I., Aliu, S., i Arifaj, A. (2009.): Ispitivanje nekih komponenti prinosa i kvalitete zrna hrvatskih sorti ozime pšenice u agroekološkim uvjetima Kosova, Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma / Sonja Marić, Zdenko Lončarić (ur.). Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, str. 325-329.
6. Berihun, T., Tolosa, S., Tadele, M., Kebede, F. (2017.): Effect of Biochar Application on Growth of Garden Pea (Pisum sativum L.) in Acidic Soils of Bule Woreda Gedeo Zone Southern Ethiopia. International Journal of Agronomy. Vol. 2017, Article ID 6827323, 1-8
7. Chao, S., Changli, L., Yun, Z., Hongbing, H. (2014.) Impact of animal manure addition on agricultural lime weathering in acidic soil: pH dependence and CO2 independence of agricultural lime weathering. Procedia Earth and Planetary Science, 10, 405-409.
8. Crozier, C., Hardy, D. (2017.): Soil acidity and liming for agricultural soils. North Carolina State University and North Carolina A&T State University
9. Dalla Nora D., Carneiro Amado T.J., Nicoloso R.S., Müller Gruhn E. (2017): Modern High-Yielding Maize, Wheat and Soybean Cultivars in Response to Gypsum and Lime Application on No-Till Oxisol, Revista Brasileira De Ciencia Do Solo. 41: e0160504, http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v41/0100-0683-rbcs-18069657rbcs20160504.pdf
10. Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopis, Zagreb, (Datum pristupa 15.03.2018.), https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf

11. Egner, H., Riehm, H., Domingo, W. R. (1960.): Investigations on the chemical soil analysis as a basis for assessing the soil nutrient status II: Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. Kungliga Lantbrukshu¨gskolans Annaler 26:199–215.
12. Fageria N.K., Baligar V.C. (1999.): Growth and nutrient concentrations of common bean, lowland rice, corn, soybean, and wheat at different soil pH on an inceptisol. Journal of Plant Nutrition. 22 (9): 1495-1507.
13. Food and Agriculture Organization, FAOSTAT database, (datum pristupa 15.3.2018.), http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
14. Gagro, M., (1997.): Žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
15. Hede, A.R., Skovmand, B., López-Cesati. J. (2001.): Acid soils and aluminum toxicity. In: Reynolds MP, Ortiz-Monasterio JI, McNab A (eds), Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT, Mexico, pp 172-182.
16. Horvat, D., Drezner, G., Dvojković, K., Šimić, G., Španić, V., Magdić, D. (2012.): End-use quality of wheat cultivars in different environments. Sjemenarstvo, 29 (1-2), 5-11.
17. Iljkić, D., Rastija, M., Jović, J., Kovačević, V., Horvat, D., Varga, I. (2018.): Prinos i kvaliteta zrna pšenice na kalciziranom tlu. Zbornik radova 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma. Ed. Rozman, V., Antunović, Z. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 284-288.
18. Iljkić, D., Kovacevic, V., Varga, I. (2014.): Impact of climate change on wheat, barley and rapeseed yields in Croatia // Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma / Zdenko Lončarić, Sonja Marić (ur.). Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2014. str. 357-361
19. Internacional Organization for Standardization (1994a): Soil quality – pretreatment of samples for physico – chemical analyses. ISO 11464:1994
20. Internacional Organization for Standardization (1994b): Soil quality - Determination of pH. ISO 10390:1994.
21. Internacional Organization for Standardization (1998.): Soil quality - Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. ISO 14235:1998.
22. Ivezić, V., Engler, M., Karalić, K., Lončarić, Z., Popović, B., Pena, J. (2017.): Učinak novih materijala za kalcizaciju na pH reakciju tla i prinos lucerne. In: Vila, S., Antunović, Z., Proceedings of 52nd Croatian & 12th International Symposium on

Agriculture. Dubrovnik, Croatia, 12-17 February 2017, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. 56-60.

23. Jašarević, R. (2016.): Utjecaj kalcizacije na prinos i kvalitetu Ogulinskog kupusa. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
24. Jolánkai, M., Birkás, M. (2013.): Precipitation impacts on yield quantity and quality of wheat crop. In: Marić, S., Lončarić, Z., Proceedings of 48th Croatian & 8th International Symposium on Agriculture. Dubrovnik, Croatia, 17 – 22 February, 2013. Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. 489-493.
25. Jović J., Rastija M., Kovačević V., Iljkić D. (2012). Response of maize to liming in Posavina county (FB&H, Bosnia and Herzegovina). Objavljeno u Proceedings – Conference of Agronomy Students with International Participation, 9-12.2012. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina: Faculty of Agriculture Banja Luka.
26. Jurković, Z., Josipović M., Drezner G., Jurković V., Banaj Đ. (2008.): Residual effects of liming with carbocalk on maize and wheat status. Agricultural Institute, Juzno predradje 17. 767-770
27. Karalić, K. (2009.): Utvrđivanje potrebe u kalcizaciji i utjecaj kalcizacije na status hraniva u tlu. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
28. Karalić, K., Teklić, T., Lončarić, Z., Engler, M., Bukvić, G., Jug, I., Stojčević, P. (2005.): Uzgoj lucerne na kalciziranim tlima. Zbornik radova XL. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Opatija. 443-444
29. Komljenović, I., Marković, M., Đurasinović, G., Kovačević, V. (2015.): Responze of maize to liming and phosphorus fertilization with emphasis on weather properties effects. Columella – Journal of Agricultural and Enviromental Sciences. Vol. 2, No. 1
30. Kovačević, V., Lončarić, Z. (2014.): Use of carbocalk for improvement of soil fertility. University J.J. Strossmayer in Osijek, Faculty of Agriculture in Osijek. Tehnologica acta 1; 1-7
31. Kovačević, V., Banaj, Đ., Kovačević, J., Lalić, A., Jurković, Z., Krizmanić, M. (2006.): Influences of Liming on Maize, Sunflower and Barley, Cereal Research Communications (0133-3720) 34, 1; 553-556.
32. Kovačević, V., Bertić, B., Grgić. D. (1993.): Response of maize, barley, wheat and soybean to liming on acid soils. Rostlinna Vyroba. 39 (1): 41 – 52.

33. Kovačević, V., Rastija, M. (2010.): Impacts of liming by dolomite on the maize and barley grain yields, Poljoprivreda 16 (2): 3-8.
34. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
35. Kovačević, V., Rastija, M., Sudar, R., Iljkić, D., Varga I. (2015.): Responze of maize and wheat to fertdolomite application. Columella – Journal of Agricultural and Enviromental Sciences. Vol. 2, No. 1 19-25
36. Lobell D., Field C. (2007): Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. Public Health Resources. Paper 1
37. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B., Ivezić, V., Lončarić, R. (2015.): Kalcizacija tala u pograničnome području, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
38. Marijanovic, M., Markulj, A., Tkalec, M., Jozic, A., Kovacevic, V. (2010): Impact of precipitation and temperature on wheat (Triticum aestivum L.) yields in eastern Croatia. Acta Agriculturae Serbica, Vol. XV, 29: 117-123.
39. Mesić, M. (2001.): Korekcija suvišne kiselosti tla različitim vapnenim materijalima. Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol. 66 (2001.) No. 2 (75-93). Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
40. Mesić, M., Husnjak S., Bašić, F. (2009.): Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj. Zbornik radova, 44. Hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek. 9-18
41. Miljković, N.S. (2005.): Meliorativna pedologija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad i JVP Vode Vojvodine, Novi Sad, tisak Feljton Novi Sad, 550 str.
42. Mladenov, N., Mišić, T., Pržulj, N., Hristov, N. (1998.): Year effects on wheat seed quality. International Symposium. Breeding of Small Grains Proceedings. Kragujevac. Yugoslavia.
43. Moreira, A., Moraes, L.A.C., Navroski, D. (2017): Lime and Micronutrients Interaction in Soybean Genotypes Adapted to Tropical and Subtropical Conditions. Communications in soil science and plant analysis. 48 (7): 792-800.
44. Pepó, P., Kovačević, V. (2011.): Regional analysis of winter wheat yields under different ecological conditions in Hungary and Croatia. Acta Agronomica Hungarica, 59(1): 23-33.
45. Plopeanu, G., Gamenţ, E., Marinescu, M., Vrinceanu, N., Carabulea, V. (2017): Steel slag-unconventional amendment for acid soils. AgroLife Scientific Journal, 6(1), 195-200.

46. Pospišil, A. (2010.): Ratarstvo I. dio, Zrinski d.d., Zagreb.
47. Rastija, M., Kovačević, V., Iljkić, D., Drezner, G., Varga, I. (2016): Response of winter wheat to liming with Fertdolomit. Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. 66 (1): 342-345.
48. Rastija, M., Šimić, D., Lalić, A. (2010.): Impacts of liming with dolomite on maize, wheat and barly yields. Novenytermeles. Suppl.2; 65-68
49. Srečec, S. (2014.): Općenita fizikalna svojstva ratarskih proizvoda, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima (https://www.vguk.hr/download.php?downloadParams=studnewsfile|990)
50. Temesgen, D., Getachew, A., Ayalew, A., Tolessa, D., Julian, G.J. (2017.): Effect of lime and phosphorus fertilizer on acid soils and barley (Hordeum vulgare L.) performance in the central highlands of Ethiopia. Expl Agric. 53 (3): 432–444.
51. Von Uexkull, H. R., Mutert, E. (1995.): Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant and Soil. 171: 1-15.

8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj hidratiziranog vapna tri godine nakon primjene. U istraživanju je primjenjeno ukupno četiri tretmana: 0 t/ha (kontrola), 3,5 t/ha, 7,0 t/ha i 14 t/ha hidratiziranog vapna koje sadrži 72 % CaO, 2 % MgO i 21 % vezane vode. Analiza vremenskih prilika u ovom istraživanju temeljena je na ukupnim mjesečnim količinama oborina (mm) te na srednjim mjesečnim temperaturama zraka (°C). U radu su korištene i višegodišnje prosječne vrijednosti (VGP) za razdoblje 1971. – 1990. u svrhu usporedbe s analiziranom vegetacijom pšenice. Podaci su prikupljeni na meteorološkoj postaji Gradište (kod Županje) Državnog hidrometereološkog zavoda Republike Hrvatske.

Vegetacijska sezona 2013./2014. je bila povoljna sa stajališta oborina i temperatura zraka. Tijekom gotovo cijelog razdoblja vegetacije količina oborina je bila iznad prosjeka dok se vrlo kratko sušno razdoblje dogodilo samo između lipnja i srpnja kada je i poželjno vrijeme s manje oborina uz više temperature zraka kako bi otpuštanje vode iz zrna bilo što bolje. U istom razdoblju prosječne temperature zraka su bile veće za 2,1 °C u usporedbi s VGP.

Istraživanje je pokazalo značajan utjecaj provedene kalcizacije na prinos i neke komponente prinosa. Statistički najniža vrijednost prinosa je utvrđena na kontrolnom tretmanu dok je najveća vrijednost utvrđena na najvećem tretmanu vapna pri čemu razlika iznosi oko 23%. Tretman od 3,5 t/ha nije bio statistički značajan tri godine nakon postavljanja pokusa s hidratiziranim vapnom dok je statistički značajno povećanje prinosa za 1,10 t/ha i 1,19 t/ha postignuto samo na tretmanima 7,0 t/ha i 14,0 t/ha u usporedbi s kontrolnim tretmanom. Glavni razlog povećanja prinosa se dogodio uslijed značajnog povećanja broja klasova po m^2. Iako postoje razlike u pogledu nekih ispitivanih komponenata prinosa (masa 1000 zrna i hektolitarska masa) one nisu bile statistički značajne.

Kalcizacija je značajno utjecala i na pokazatelje kvalitete zrna pšenice. U usporedbi s kontrolnim tretmanom statistički značajno povećanje je ostvareno u pogledu sadržaja proteina za gotovo 12 %, vlažnog glutena za oko 26 % i sedimentacije za otprilike 31 % ovisno o tretmanu.

Ključne riječi: kalcizacija, pšenica, prinos, kvaliteta, vremenske prilike

9. SUMMARY

The aim of this study was to determine the effect of hydrated lime in the third year after application on wheat yield and quality. In this study four like treatments were applied: 0 t/ha (control), 3.5 t/ha, 7.0 t/ha and 14.0 t/ha hydrated lime containing 72% CaO, 2% MgO and 21% bound water. Analysis of the weather conditions was based on total monthly precipitation (mm) and average monthly air temperatures (°C). The long term mean (1971-1990) were used for comparasion with the analyzed wheat vegetation 2013/2014. The data were collected at the meteorological station Gradište (near Županja) of the State Hydrometeorological Institute of the Republic of Croatia.

Vegetation season 2013/2014 was suitable from the point of rainfall and the air temperature. During almost entire vegetation period, the amount of rainfall was above the average until a very short dry period occurred only between june and july when it is desirable to have less precipitation with higher air temperatures to release water from the grain to optimal level. In the same period, average air temperatures were higher by 2.1° C compared to perennial average values.

This study showed a significant influence of liming on yield and some yield components. The lowest grain yield was determined on the control treatment while the highest was at the highest lime treatment where the difference is approximately 23%. Treatment of 3.5 t/ha was not statistically significant for three years after the hydrated lime experiment was set up. A statistically significant increase in grain yield of 1.10 t/ha and 1.19 t/ha achieved only on treatments of 7.0 t/ha and 14.0 t/ha compared to control treatment. The main reason for the increase in grain yield was due to a significant increase number of ear density per m^2. Although there are differences in some of the tested yield components (thousand grain weight and hectoliter mass) they were not statistically significant. Liming also had a significant influence on grain quality indicators of wheat.

Compared to the control treatment, a statistically significant increase was achieved with respect to protein content (12%), wet gluten (26%) and sedimentation (31%) depending on the treatment.

Key word: liming, wheat, grain yield, grain quality, weather conditions

10. POPIS TABLICA

Redni broj	Naziv tablice	Stranica
1.	Požnjevene površine i proizvodnja pšenice u Republici Hrvatskoj u desetogodišnjem razdoblju	2.
2.	Količina oborina (mm) tijekom vegetacijskog razdoblja ozime pšenice te višegodišnji prosjek na meteorološkoj postaji Gradište	15.
3.	Srednje mjesečne temperature zraka (°C) tijekom vegetacijskog razdoblja ozime pšenice te višegodišnji prosjek na meteorološkoj postaji Gradište	16.
4.	Utjecaj kalcizacije na prinos i komponente prinosa pšenice	18.
5.	Utjecaj hidratiziranog vapna na kvalitetu zrna pšenice	19.

11. POPIS SLIKA

Redni broj	Naziv slike	Stranica
1.	Lokacija pokusa kalcizacije	9.
2.	Razmjeravanje pokusa	10.
3.	Rasipanje vapnenog materijala po tretmanima	10.
4.	Izgled „staza“ u vlatanju	10.
5.	Uzimanje uzoraka tla pedološkom sondom	11.
6.	Uzimanje uzoraka biljnog materijala	12.
7.	Infratec Grain Analizator, uređaj za određivanje kvalitete zrna pšenice	13.

12. POPIS GRAFIKONA

Redni broj	Naziv grafikona	Stranica
1.	Heinrich – Walterov klimadijagram vegetacijske sezone 2013./2014.	17.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKAKARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

NAKNADNI UČINAK KALCIZACIJSKOG SREDSTVA NA PRINOS I KVALITETU OZIME PŠENICE

Ivana Dokladal

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj hidratiziranog vapna tri godine nakon primjene. U istraživanju je primjenjeno ukupno četiri tretmana: 0 t/ha (kontrola), 3,5 t/ha, 7,0 t/ha i 14 t/ha hidratiziranog vapna koje sadrži 72 % CaO, 2 % MgO i 21 % vezane vode. Analiza vremenskih prilika u ovom istraživanju temeljena je na ukupnim mjesečnim količinama oborina (mm) te na srednjim mjesečnim temperaturama zraka (°C). U radu su korištene i višegodišnje prosječne vrijednosti (VGP) za razdoblje 1971. – 1990. u svrhu usporedbe s analiziranom vegetacijom pšenice. Podaci su prikupljeni na meteorološkoj postaji Gradište (kod Županje) Državnog hidrometereološkog zavoda Republike Hrvatske.
Vegetacijska sezona 2013./2014. je bila povoljna sa stajališta oborina i temperatura zraka. Tijekom gotovo cijelog razdoblja vegetacije količina oborina je bila iznad prosjeka dok se vrlo kratko sušno razdoblje dogodilo samo između lipnja i srpnja kada je i poželjno vrijeme s manje oborina uz više temperature zraka kako bi otpuštanje vode iz zrna bilo što bolje. U istom razdoblju prosječne temperature zraka su bile veće za 2,1 °C u usporedbi s VGP.
Istraživanje je pokazalo značajan utjecaj provedene kalcizacije na prinos i neke komponente prinosa. Statistički najniža vrijednost prinosa je utvrđena na kontrolnom tretmanu dok je najveća vrijednost utvrđena na najvećem tretmanu vapna pri čemu razlika iznosi oko 23 %. Tretman od 3,5 t/ha nije bio statistički značajan tri godine nakon postavljanja pokusa s hidratiziranim vapnom dok je statistički značajno povećanje prinosa za 1,10 t/ha i 1,19 t/ha postignuto samo na tretmanima 7,0 t/ha i 14,0 t/ha u usporedbi s kontrolnim tretmanom. Glavni razlog povećanja prinosa se dogodio uslijed značajnog povećanja broja klasova po m2. Iako postoje razlike u pogledu nekih ispitivanih komponenata prinosa (masa 1000 zrna i hektolitarska masa) one nisu bile statistički značajne.
Kalcizacija je značajno utjecala i na pokazatelje kvalitete zrna pšenice. U usporedbi s kontrolnim tretmanom statistički značajno povećanje je ostvareno u pogledu sadržaja proteina za gotovo 12 %, vlažnog glutena za oko 26 % i sedimentacije za otprilike 31 % ovisno o tretmanu.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: dr.sc. Dario Iljkić

Broj stranica: 37

Broj grafikona i slika: 8

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 51

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: kalcizacija, pšenica, prinos, kvaliteta, vremenske prilike

Datum obrane: 12. 07. 2018.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr.sc. Mirta Rastija, predsjednik
2. Dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. Dr. sc. Vladimir Zebec, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**

Faculty of Agriculture in Osijek

University Graduate Studies Plant production, course Plant production

RESIDUAL EFFECT OF LIMING MATERIAL ON YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT

Ivana Dokladal

Abstract: The aim of this study was to determine the effect of hydrated lime in the third year after application on wheat yield and quality. In this study four like treatments were applied: 0 t/ha (control), 3.5 t/ha, 7.0 t/ha and 14.0 t/ha hydrated lime containing 72% CaO, 2% MgO and 21% bound water. Analysis of the weather conditions was based on total monthly precipitation (mm) and average monthly air temperatures (°C). The long term mean (1971-1990) were used for comparasion with the analyzed wheat vegetation 2013/2014. The data were collected at the meteorological station Gradište (near Županja) of the State Hydrometeorological Institute of the Republic of Croatia.
Vegetation season 2013/2014 was suitable from the point of rainfall and the air temperature. During almost entire vegetation period, the amount of rainfall was above the average until a very short dry period occurred only between june and july when it is desirable to have less precipitation with higher air temperatures to release water from the grain to optimal level. In the same period, average air temperatures were higher by 2.1° C compared to perennial average values.
This study showed a significant influence of liming on yield and some yield components. The lowest grain yield was determined on the control treatment while the highest was at the highest lime treatment where the difference is approximately 23%. Treatment of 3.5 t/ha was not statistically significant for three years after the hydrated lime experiment was set up. A statistically significant increase in grain yield of 1.10 t/ha and 1.19 t/ha achieved only on treatments of 7.0 t/ha and 14.0 t/ha compared to control treatment. The main reason for the increase in grain yield was due to a significant increase number of ear density per m2. Although there are differences in some of the tested yield components (thousand grain weight and hectoliter mass) they were not statistically significant. Liming also had a significant influence on grain quality indicators of wheat.
Compared to the control treatment, a statistically significant increase was achieved with respect to protein content (12%), wet gluten (26%) and sedimentation (31%) depending on the treatment.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: dr. sc. Dario Iljkić

Number of pages: 37

Number of figures: 8

Number of tables: 5

Number of references: 51

Original in: Croatian

Key words: liming**,** wheat, grain yield, grain quality, weather conditions

Thesis defended on date: 12. 07. 2018.

Reviewers:

1. Prof. dr. sc. Mirta Rastija chairman
2. Dr. sc. Dario Iljkić, mentor
3. Dr. sc. Vladimir Zebec, member

Thesis deposited at: Library Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University Of Osijek, Vladimira Preloga 1