

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**



Tea Horvat, dipl. ing. agr.

**UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIVA NA INTENZITET
FOTOSINTEZE, PRINOS I KVALITETU GOMOLJA
KRUMPIRA (*Solanum tuberosum* L.)**

DISERTACIJA

Zagreb, 2010.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**



Tea Horvat, dipl. ing. agr.

**UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIVA NA INTENZITET
FOTOSINTEZE, PRINOS I KVALITETU GOMOLJA
KRUMPIRA (*Solanum tuberosum* L.)**

DISERTACIJA

Voditelj: Prof. dr. sc. Milan Poljak

Zagreb, ožujak 2010.

Disertaciju je ocijenilo povjerenstvo u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak, predsjednik
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu _____
2. Prof. dr. sc. Milan Poljak, voditelj
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu _____
3. Doc. dr. sc. Željka Vidaković-Cifrek
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu _____

Disertacija je obranjena pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak, predsjednik
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu _____
2. Prof. dr. sc. Milan Poljak, voditelj
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu _____
3. Doc. dr. sc. Željka Vidaković-Cifrek
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu _____

U Zagrebu, 05. ožujka 2010.

Zahvaljujem svima koji su pridonijeli izradi ove disertacije.

SAŽETAK

Bitan čimbenik u tehnologiji proizvodnje krumpira za postizanje optimalnih prinosa i kvalitete gomolja je gnojidba krumpira. Gnojidba putem tla nije uvijek dovoljna da zadovolji potrebe usjeva naročito u uvjetima kiselih i lužnatih tala te uvjetima vodnog deficita. Alternativni pristup za primjenu hranjiva predstavlja folijarna gnojidba putem listova i stabljike. Na tržištu postoje različita folijarna gnojiva koja su često smjese mikrohranjiva i sekundarnih hranjiva čija se primjena preporučuje za povećanje prinosa i kvalitete usjeva. Međutim, vrlo je malo znanstveno utemeljenih rezultata o njihovoj učinkovitosti na metabolizam biljaka. Nadalje, fiziološka reakcija krumpira na primjenu folijarnih gnojiva nedovoljno je poznata. Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj folijarnih gnojiva na intenzitet fotosinteze, prinos i kakvoću gomolja krumpira.

Dvogodišnji pokusi provedeni su na sorti krumpira *Courage* tijekom vegetacijske sezone 2004. i 2005. godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u Belici te u plasteniku Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu tijekom vegetacijske sezone 2006. i 2007. Tretmani u pokusima sastojali su se od folijarnih gnojiva i netretirane varijante (kontrola). Istraživana folijarna gnojiva bila su na bazi magnezijeva sulfata, bora i mangana (Epsa Salt), kalcija (Megagreen odnosno Stopit) i aminokiselina (Drin). Poljski pokusi s tri tretmana folijarne gnojidbe (Epsa Salt, Drin i Stopit) i kontrolom provedeni su po shemi slučajno-bloknog rasporeda u četiri ponavljanja. Pokusi s tri tretmana folijarne gnojidbe (Epsa Salt, Megagreen i Drin) i kontrolom u tri ponavljanja provedeni su u plasteniku po shemi slučajno-bloknog rasporeda. U uvjetima plastenika osim prethodno navedenih folijarnih gnojiva istraživana je i utjecaj optimalne i nedovoljne opskrbljenosti tla vodom u fazi pune tuberizacije. Folijarna gnojiva su primijenjena u preporučenim dozama višekratno (pet puta) tijekom vegetacije, u intervalima od desetak dana, u periodu od početka formiranja gomolja do faze fiziološke zriobe.

Rezultati istraživanja u poljskim uvjetima pokazuju značajne razlike između istraživanih folijarnih gnojiva za prinos, strukturu prinosa te mineralni sastav. Tretman Stopit je u vegetacijskoj sezoni 2004. ostvario značajno najmanji prinos gomolja krumpira u odnosu na tretmane Drin, Epsa Salt i kontrola. U vegetacijskoj sezoni 2005. tretman Stopit ostvario je značajno najveći prinos gomolja. Tretmani su se međusobno razlikovali po ostvarenoj masi gomolja veličine >50 mm ovisno o vegetacijskoj sezoni istraživanja, dok nije utvrđen utjecaj folijarnih gnojiva na masu gomolja manjih veličina.

U plasteniku su najveći intenzitet fotosinteze u listu krumpira ostvarili kontrola i Megagreen. Značajno najveći indeks sadržaja klorofila u listu krumpira ostvario je folijarni tretman Drin, a najmanji Epso Salt. Slično rezultatima za intenzitet fotosinteze, najveći prinos gomolja krumpira ostvarili su kontrola i Megagreen, u odnosu na Drin i Epso Salt. Kontrola, Megagreen i Epso Salt ostvarili su značajno veći broj i masu gomolja veličine >50 mm u odnosu na Drin. Koncentracija fosfora, kalija i magnezija u gomolju krumpira nije bila pod utjecajem folijarnih tretmana, dok je ukupna koncentracija dušika i kalcija varirala značajno uslijed primjene folijarnih tretmana. Prinos gomolja krumpira značajno je smanjen u uvjetima stresa uslijed nedostatka vode za prosječno 14% u usporedbi s prinosom u ne stresnim uvjetima. Drin, kontrola i Megagreen ostvarili su značajno veći prinos gomolja krumpira u ne stresnim uvjetima u odnosu na uvjete stresa. U tretmana Epso Salt nije ostvarena značajna razlika u prinosu gomolja u stresnim i ne stresnim uvjetima.

Dobiveni rezultati omogućili su evaluaciju istraživanih folijarnih gnojiva u svrhu davanja znanstveno utemeljenih preporuka za njihovu primjenu u proizvodnji krumpira.

Ključne riječi: krumpir, folijarna gnojiva, intenzitet fotosinteze, prinos gomolja, struktura prinosa, mineralni sastav gomolja

SUMMARY

An important factor in potato production technology to achieve optimum tuber yield and quality is potato fertilization. Soil fertilization is not always sufficient to meet the needs of crops especially in acidic and alkaline soil conditions and water deficit conditions. An alternative approach for nutrient application is foliar fertilization through leaves and stems. On the market there are different foliar fertilizers which are often mixtures of micronutrients and secondary nutrients whose application is recommended to increase the yield and quality of crops. However, there are very few scientific results based on their effectiveness on the plants metabolism. Furthermore, the physiological reaction of potatoes to foliar fertilizers application is insufficiently known. Therefore, the objective of this study was to determine the effect of foliar fertilizers on intensity of photosynthesis, yield and quality of potato tubers.

Two-year experiments were conducted on potato variety *Courage* during 2004. and 2005. on the family farm in Belica and in the greenhouse of the Faculty of Agriculture in Zagreb during the vegetation seasons 2006. and 2007. Treatments in experiments consisted of foliar fertilizers and untreated variant (control). Foliar fertilizers were on the basis of magnesium-sulphate, boron and manganese (Epsa Salt); calcium (Megagreen and Stopit) and amino acids (Drin). Field experiments with three foliar fertilization treatments (Epsa Salt, Drin and Stopit) and control were arranged in a randomized complete block design with four replications. Experiments with three foliar fertilization treatments (Epsa Salt, Megagreen and Drin) and control were carried out in the greenhouse and arranged in a randomized complete block design with three replications. In greenhouse conditions, except the previously mentioned foliar fertilizers, the impact of optimal and insufficient soil water supply in the phase of full tuberisation was studied. Foliar fertilizers were applied in recommended doses repeatedly (five times) during the vegetation, at intervals of a ten days, in the period from the beginning of tubers formation till the physiological ripening stage.

The research results in field experiments showed significant differences between the studied foliar fertilizers for yield, yield structure and mineral composition. Treatment Stopit in 2004. achieved significantly lowest yield of potato tubers in relation to the treatment Drin, Epsa Salt and control. In 2005. treatment Stopit achieved significantly highest yield of tubers. Treatments are varied in the realised mass of > 50 mm size tubers depending of the year of study, while the impact of foliar fertilizers on tubers mass of small size was not determined.

In greenhouse maximum intensity of photosynthesis in potato leaf achieved control and Megagreen. Significantly the largest index of chlorophyll content in potato leaf achieved

foliar treatment Drin and the lowest Epso Salt. Similar to the results for the intensity of photosynthesis, the highest yield of potato tubers achieved control and Megagreen in relation to the Drin and Epso Salt. Control, Megagreen and Epso Salt achieved significantly greater number and mass of > 50 mm size tubers in relation to Drin. Concentration of phosphorus, potassium and magnesium in potato tubers was not influenced by foliar treatments, while the total concentration of nitrogen and calcium varied significantly due to the application of foliar treatments. Potato tuber yield was significantly reduced under stress conditions due to lack of water for an average of 14 % compared with the yield in non stress conditions. Drin, control and Megagreen achieved a significantly higher yield of potato tubers in the non stress conditions compared to stress conditions. Treatment Epso Salt did not achieve significant difference in tuber yield in stress and non stress conditions.

The obtained results have enabled the evaluation of examined foliar fertilizers to give scientifically based recommendations for their use in the production of potatoes.

Keywords: potato, foliar fertilizers, intensity of photosynthesis, tuber yield, tuber structure, tuber mineral composition

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. Mehanizam usvajanja hranjiva putem nadzemnih organa.....	3
2.2. Utjecaj folijarnih gnojiva na intenzitet fotosinteze i sadržaj klorofila.....	9
2.3. Utjecaj folijarnih gnojiva na prinos i kvalitetu krumpira i drugih poljoprivrednih kultura	11
2.4. Utjecaj nedostatka vode na prinos i kvalitetu krumpira.....	21
3. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	27
4. MATERIJALI I METODE.....	28
4.1. Poljski pokusi.....	28
4.1.1. Agrotehnika.....	28
4.1.2. Tretmani.....	28
4.1.3. Temperature i oborine.....	29
4.1.4. Uzorkovanje biljnog materijala za određivanje prinosa i kemijskog sastava.....	30
4.2. Pokusi u plasteniku.....	31
4.2.1. Agrotehnika.....	31
4.2.2. Tretmani.....	31
4.2.3. Kontrola temperature i vlage zraka.....	32
4.2.4. Mjerenje indeksa sadržaja klorofila i intenziteta fotosinteze.....	33
4.2.5. Uzorkovanje biljnog materijala.....	34
4.3. Analize tla i biljnog materijala.....	35
4.4. Statističke metode.....	36
5. REZULTATI.....	37
5.1. UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIVA NA RAST I RAZVOJ KRUMPIRA U POLJSKIM UVJETIMA.....	37

5.1.1. Prinos i sadržaj suhe tvari gomolja.....	37
5.1.2. Struktura prinosa gomolja.....	39
5.1.3. Mineralni sastav gomolja.....	41
5.2. UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIVA NA RAST I RAZVOJ KRUMPIRA U PLASTENIKU.....	46
5.2.1. Utjecaj folijarnih gnojiva na rast i razvoj nadzemnog dijela.....	46
5.2.1.1. Intenzitet fotosinteze i sadržaj klorofila u listu krumpira.....	46
5.2.1.2. Prinos i sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela 70 i 80 dana nakon sadnje.....	52
5.2.1.3. Koncentracija dušika u nadzemnom dijelu 70 i 80 dana nakon sadnje.....	54
5.2.1.4. Koncentracija fotosintetskih biljnih pigmenata u listu krumpira 70 i 80 dana nakon sadnje.....	55
5.2.1.5. Korelacije koncentracije biljnih pigmenata s intenzitetom fotosinteze, prinosom i koncentracijom dušika u nadzemnom dijelu.....	62
5.2.2. Utjecaj folijarnih gnojiva na rast i razvoj gomolja.....	64
5.2.2.1. Prinos i broj gomolja 70, 80 i 100 dana nakon sadnje.....	64
5.2.2.2. Sadržaj suhe tvari gomolja 70, 80 i 100 dana nakon sadnje.....	68
5.2.2.3. Struktura prinosa gomolja u berbi.....	71
5.2.2.4. Koncentracija dušika 70, 80 i 100 dana nakon sadnje.....	73
5.2.2.5. Mineralni sastav gomolja u berbi.....	75
5.2.3. Utjecaj folijarnih gnojiva na rast i razvoj krumpira uslijed nedostatka vode.....	78
5.2.3.1. Indeks sadržaja klorofila u listu krumpira.....	78
5.2.3.2. Prinos i struktura prinosa gomolja.....	80
5.2.3.3. Fiziološki poremećaji u rastu gomolja.....	85
6. RASPRAVA.....	87
7. ZAKLJUČCI.....	104
8. POPIS CITIRANE LITERATURE.....	108

1. UVOD

Obzirom na ukupnu proizvodnju, krumpir je četvrta najvažnija kultura u svijetu nakon pšenice, kukuruza i riže. Svjetska proizvodnja krumpira iznosi 311 milijuna tona na površinama od 19 milijuna hektara i prosječnim prinosom svježe mase gomolja od $16,4 \text{ t ha}^{-1}$ (Vreugdenhil i sur., 2008). U Republici Hrvatskoj, u zadnje tri godine, krumpir se proizvodi na oko 18 tisuća hektara, a prosječni prinos iznosi oko 16 t ha^{-1} (Državni zavod za statistiku, 2008).

Krumpir se uzgaja za različite namjene. Od ukupne svjetske proizvodnje 52% se troši za ljudsku prehranu, 21% za ishranu stoke, 10% za sjeme, 12% za preradu, a ostalo su gubici (Lešić i sur., 2002). U razvijenom svijetu opada potrošnja svježeg krumpira, a raste potrošnja prerađevina najčešće smrznutih i dehidriranih proizvoda (pomfrit, kroketi, čips, brašno), škroba i alkohola. U Hrvatskoj je proizvodnja najvećim dijelom namijenjena ljudskoj prehrani, a manji dio proizvodnje krumpira se prerađuje u čips. Obzirom na hranidbenu i zdravstvenu vrijednost, krumpir predstavlja nezaobilaznu namirnicu. Jestivi dio gomolja sadrži prosječno oko 25% suhe tvari koju najvećim dijelom čini škrob (oko 18%), bjelančevine, šećeri, vitamini i mineralne tvari (Lešić i sur., 2002).

Ovisno o namjeni uzgoja, na prinos i kvalitetu gomolja krumpira utječe niz čimbenika kao što su genotip, zdravstveno stanje sjemena, tlo, agrotehničke mjere te agroekološki uvjeti. Bitan čimbenik u tehnologiji proizvodnje krumpira za postizanje optimalnih prinosa i kvalitete gomolja je gnojidba. U našim uvjetima u praksi se najčešće primjenjuje mineralna gnojidba putem tla koja se temelji na ishrani s tri makroelementa (dušik, fosfor, kalij). Ta ishrana najčešće uključuje primjenu kompleksnih NPK-a gnojiva 7:20:30 u količini od 850 kg ha^{-1} u startnoj gnojidbi, 200 kg ha^{-1} 27%-tnog KAN-a predstajeno te prihranu sa 100 kg ha^{-1} 46%-tne uree. Kalcijeva i magnezijeva gnojiva daju se prije sadnje ili pri sadnji. Ostala makro i mikrohranjiva potrebna za rast i razvoj kulture, biljka krumpira namiruje iz tla (Lešić i sur., 2002).

Tlo kao i gnojidba preko tla nisu uvijek dovoljni da podmire potrebe usjeva. Poremećaji u ishrani krumpira nastaju na prekiselim ili prelužnatim tlima (s preniskim ili previsokim pH vrijednostima). Kod pH vrijednosti 5 ili niže, krumpiru postaju slabije pristupačni kalcij, magnezij i fosfor. Na kiselim tlima dolazi do ispiranja magnezija te pojave intervenozne kloroze, paleži i nekroze tkiva krumpira. Uslijed nedostatka fosfora biljke krumpira su zakržljale i listovi krumpira uvijaju se prema gore. Kod tala sa pH vrijednosti 7,5

i više javljaju se simptomi nedostatka bora, mangana i cinka. Liske krumpira uvijaju se prema gore, javlja se pjegavost i mrljavost liski te nekroze uslijed čega odumire lisno tkivo.

Uzgojem sorti krumpira s visokom sposobnošću akumulacije suhe tvari na kiselim tlima i u uvjetima povremenog vodnog deficita vrlo često se javlja fiziološki poremećaj u gomolju (smeđe mrlje) kojeg prati i niži prinos. Pojavu smeđih mrlja povezuje se s nedostatkom kalcija i u uvjetima dobre opskrbljenosti tla kalcijem. U uvjetima stresa uslijed nedostatka vode korijen biljaka nije sposoban apsorbirati hranjiva u adekvatnoj količini iz suhog gornjeg sloja tla. Hranjiva poput kalcija, magnezija, bora i mangana transportiraju se ksilemskim tokom i ne translociraju se lako u listove te uzrokuju fiziološke poremećaje u rastu (Arif i sur., 2006).

Alternativni pristup za primjenu hranjiva je folijarna gnojidba putem listova i stabljike. Folijarna gnojidba predstavlja dopunsku ishranu makro i mikro elementima. Primjenjuje se višekratno tijekom vegetacije zbog nižih koncentracija hranjiva koje podnosi list.

Na tržištu postoje različita folijarna gnojiva koja su često smjese mikrohranjiva i sekundarnih hranjiva čija se primjena preporučuje za povećanje prinosa i kvalitete usjeva. Međutim, nema dovoljno znanstveno utemeljenih rezultata o njihovoj učinkovitosti na metabolizam biljaka.

Fiziološka reakcija krumpira na primjenu folijarnih gnojiva nedovoljno je poznata. Primjenom folijarnih gnojiva utvrđeno je povećanje prinosa i kvalitete usjeva krumpira, no postoje istraživanja u kojima folijarna gnojidba nije polučila pozitivne rezultate.

Stoga smatram potrebnim istražiti utjecaj folijarnih gnojiva na intenzitet fotosinteze, prinos i kakvoću gomolja krumpira u uvjetima plastenika i u poljskim uvjetima.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Mehanizam usvajanja hranjiva putem nadzemnih organa

Folijarna ishrana predstavlja usvajanje hranjiva putem nadzemnih organa (listova i stabljike). Biljke usvajaju hranjiva otopljena u vodi u određenim koncentracijama. Upotreba folijarnih gnojiva u poljoprivredi sve je više rasprostranjena budući da su ta gnojiva ekološki prihvatljivija i ciljano usmjerena jer se direktno usvajaju u organizam u ograničenim količinama u usporedbi s gnojivima preko tla (Fernandez i Eichert, 2009). Međutim, postoje mnoge nepoznanice vezane uz folijarnu gnojidbu zbog nepoznavanja mnogih čimbenika koji utječu na usvajanje hranjiva.

Učinkovitost folijarnog hranjiva procjenjuje se na temelju usvajanja i pristupačnosti hranjiva (Lea-Cox i Syvertsen, 1995; Zhang i Brown, 1999; Val i sur., 2008), redukcije fitotoksičnosti (Neuman i Prinz, 1975), smanjenja nedostatka (Rombola i sur., 2000), utjecaja na fiziološke procese (Bai i sur., 2008) i utjecaja na prinos i kvalitetu usjeva (Dong i sur., 2005; Amiri i sur., 2008). Učinkovitost folijarnih gnojiva može biti izvanredna kada se primijenjuju na biljke koje pokazuju posljedice nedostatka određenih hranjiva. U današnje vrijeme postoji sve veći trend primjene folijarnih hranjiva koje karakterizira mala floemska mobilnost kao što su kalcij, bor, željezo, mangan i cink (Fernandez i Eichert, 2009). Folijarna gnojidba se primijenjuje kao nadopuna gnojidbi preko tla i alternativna gnojidba u uvjetima kada biljka pokazuje najveće potrebe za hranjivima ili u uvjetima nedostatka hranjiva u tlu (Lester i sur., 2006). Obzirom na niske stope usvajanja folijarnih hranjiva, raspon koncentracija hranjiva kod folijarne primjene je veći u odnosu na primjenu preko tla. Na primjer, u pokusima za procjenu utjecaja mikroelemenata preko korijena, koncentracije hranjiva su u μM dok su kod folijarne primjene u mM . Potreba biljke za makrohranjivima neće biti ispunjena samo s folijarnom gnojidbom jer biljka treba makrohranjiva u većim količinama (Johnson i sur., 2001). Primjena previsokih koncentracija može dovesti do oštećenja lista primjenom folijarne gnojidbe. Iz dosadašnjih istraživanja o folijarnoj gnojidbi nije moguće utvrditi optimalnu koncentraciju primjene nekog hranjiva jer je raspon koncentracija hranjiva vrlo širok (od 2-18 mM željeza) (Fernandez i sur., 2008 b) i od 2 M do 1 mM cinka (Zhang i Brown, 1999). Unatoč povećanom riziku pojave fitotoksičnosti, postoji zajedničko uvjerenje da će veće koncentracije folijarnih otopina osigurati bolju reakciju biljaka. Međutim, nekoliko istraživanja je pokazalo smanjenje stope usvajanja s povećanjem koncentracija izraženih kao postotak količine primijenjene na površinu lista (Schlegel i sur.,

2006). Zbog svega navedenog, iskazuje se potreba za istraživanjima kojima bi se utvrdile optimalne koncentracije pojedinih hranjiva kod pojedinih biljnih vrsta što će povećati prednosti folijarne gnojidbe, smanjiti troškove i reducirati utjecaj na okoliš.

Okolišni čimbenici kao što su temperatura, relativna vlažnost zraka i svjetlost utječu na retenciju otopine na površini lista, usvajanje i distribuciju hranjiva (Ramsey i sur., 2005). Usvajanje folijarnih gnojiva je ograničeno s mnoštvom okolišnih čimbenika koji utječu na morfologiju lista, strukturu, poziciju, izloženost suncu te na stopu fizioloških procesa u biljci (Fernandez i Eichert, 2009).

Prevladavajući okolišni čimbenici tijekom biljnog razvoja direktno utječu na površinu lista tj. na debljinu kutikule i na količinu i sastav epikutikularnih voskova (Koch i sur., 2006). Neka istraživanja su pokazala da redukcija osvjetljenja i zasjenjivanje tijekom biljnog razvoja smanjuju količinu voska po lisnoj površini te da visoke temperature modificiraju morfologiju i sastav epikutikularnih voskova (Welker i Haas, 1999). Sastav kutikularnih voskova utječe na stupanj razvoja puči i trihoma u epidermi lista i s time i na stopu usvajanja folijarnih otopina. Relativna vlažnost zraka također utječe na količinu voska po lisnoj površini. U istraživanjima Kocha i sur. (2006) na vrstama *Brassica oleracea* i *Eucalyptus gunnii* utvrđeno je da je pri rastu na 98% relativne vlažnosti smanjena ukupna količina voska po površini lista u usporedbi s nižom relativnom vlažnosti (20-30%) koja je rezultirala povećanjem taloženja voska, a s time smanjenjem vlažnosti na površini lista.

Starenje lišća može utjecati na permeabilnost lisne površine za vodu i otopine na način da reducira proces otvaranja puči zbog retranslokacije kalija tijekom senescencije (Jordan i Brodribb, 2007). Općenito, smatra se da mlado, djelomično razvijeno lišće lakše usvaja hranjiva od starijeg, potpuno razvijenog lišća, međutim utjecaj procesa starenja na usvajanje folijarnih hranjiva do danas još nije u potpunosti razjašnjen (Fernandez i Eichert, 2009).

Temperatura utječe na kemijske procese i fizikalna svojstva biljaka na staničnoj razini te razini organa i cijele biljke (Gruda, 2005). Currier i Dybing (1959) navode pozitivan utjecaj umjerenih temperatura na usvajanje folijarnih gnojiva preko povećanja stope fizioloških procesa kao što su fotosinteza i translokacija unutar biljke. Međutim, visoke temperature u kombinaciji s niskom relativnom vlažnošću ograničavaju stopu usvajanja zbog brzog osušivanja otopine na listu i niže hidratacije kutikule. Poznato je da svjetlost stimulira otvaranje puči i različite fiziološke procese u biljci kao što su fotosinteza i strujanje ksilemskog sadržaja i na taj način može povećati folijarno usvajanje (Currier i Dybing, 1959). Relativna vlažnost je ključni čimbenik koji utječe na folijarno usvajanje preko hidratacije kutikule (Fernandez i sur., 2008 a) i evaporaciju folijarne otopine (Schönherr, 2000).

Aдекватna primjena utječe na učinak folijarne gnojidbe. Aplikacija uključuje formulaciju aktivne tvari, atomizaciju otopine, transport otopine na ciljanu površinu biljke, zadržavanje otopine na površini biljke, oblike rezidua i usvajanje u list (Brazee i sur., 2004). Ako je lišće vlažno zbog kiše ili velikog volumena primijenjene otopine, postoji povećani potencijal za odbijanje ili ispadanje otopine s lista i stopa retencije na listu će se smanjiti. Veličina kapljica i brzina distribucije određuju retenciju otopine na biljci. Efikasnost usvajanja otopine često ovisi o veličini kapljice. Bolje prekrivanje će se postići s manjim kapljicama koje se lakše zadrže na lisnoj površini, ali su sklonije driftu (Butler Ellis i sur., 1997).

Dodatak adjuvanata i površinski aktivnih tvari folijarnoj otopini modificira fizikalno-kemijska svojstva otopine i omogućuje efektivno vlaženje lisne površine (Schönherr, 2000). Adjuvanti se definiraju kao tvari koje povećavaju aktivnost, usvajanje i zadržavanje aktivnih tvari na površini lista (Mc Mullan, 2000). Nekoliko istraživanja je potvrdilo da se dodatkom adjuvanata kao što su surfaktanti, aditivi poput uree, dimetil-sulfoksida i glicin-betaina značajno poboljšao učinak folijarnih otopina (Schleger i sur., 2006; Fernandez i sur., 2006). Surfaktanti su velike molekule koje se sastoje od nepolarnih, hidrofobnih i polarnih, hidrofilnih dijelova čiji krajevi su odijeljeni jedni od drugih tako da mogu neovisno reagirati s otopljenim molekulama. Stock i Holloway (1993) navode da surfaktanti mogu povećati efektivni kontakt površine lista i otopine, otopiti epikutikularne voskove, zadržati vlažnost otopine i smanjujući površinsku napetost povećati usvajanje preko puči. Surfaktanti također mogu povećati difuziju tvari preko kutikule (preko povećanja topivosti tvari i hidratacije kutikule) i povećati permeabilnost stanične membrane.

Mineralne tvari se preko lista usvajaju kroz kutikulu i epidermalne stanice, stanice zapornice puči i dlačice na listu. Propustljivost kutikule određuje njen kemijski sastav i struktura. Građena je od matriksa koji čini kutin (polimer interesterificiranih hidroksimasnih kiselina sa 16 i 18 C-atoma u koji je ugrađen kutikularni vosak (ugljikovodici dugih lanaca s 22 do 34 C-atoma, alkoholi, masne kiseline i esteri), a na površini je sloj epikutikularnog voska sličnog sastava. Kutikula se veže na staničnu stijenku pektinom i u nju urastaju celulozne fibrile stanične stijenke (Vukadinović i Lončarić, 1998). Kutikularni vosak djeluje kao barijera izmjeni vode i otopina između biljke i okoliša dok epikutikularni vosak djeluje na vlažnost lisne površine (Richardson i sur., 2007). U istraživanjima Schönherra (2006) utvrđeno je da je kutikula smještena iznad žilnog staničja i u blizini puči propustljivija od kutikule na ostalim dijelovima lista.

Zbog svoje strukture i sastava kutikula se smatra lipofilnom membranom (Nawrath, 2006). Usvajanje lipofilnih molekula preko kutikule odvija se procesom difuzije (Riederer i Friedmann, 2006). Stopa usvajanja molekula proporcionalna je s topivošću i mobilnošću molekula u kutikuli (Schreiber, 2006). S molekularne razine, otapanje i difuzija molekula u kutikuli može se promatrati kao „skakanje“ u i između praznina u polimernom matriksu nastalih molekularnim kretanjem. Usvajanje lipofilnih molekula povećava se s porastom temperature koja utječe na povećanje veličine i frekvencije praznina u kutikuli koje postanu dovoljno velike da prihvate usvojene molekule. Nadalje, sintetski polimeri povećavaju fluidnost kutina i na taj način olakšavaju usvajanje preko kutikule (Schönherr, 2006).

Istraživanja folijarnih otopina bez dodatka površinski aktivnih tvari su pokazala mnogo nižu propusnost kutikule procesom difuzije za hidrofilne molekule u odnosu na lipofilne molekule zbog njihove slabe topivosti u lipofilnoj kutikuli (Fernandez i Eichert, 2009). Schönherr (2000) i Schreiber (2005) su zaključili da je stopa usvajanja hidrofilnih otopina dosta visoka da bi se objasnila jednostavnim procesima otapanja i difuzije u kutikuli. Autori navode da hidrofilne otopine permeiraju kutikulu putem modela „polarnih pora“ tj. „vodenih pora“. Vodene pore ili praznine nastaju adsorpcijom molekula vode na polarnim funkcionalnim skupinama (karboksilne grupe, esteri, hidroksilne grupe). U kutikuli se adsorpcijom vode stvaraju skupine vodenih molekula ili pore. S druge strane, Kerstiens (1996) nije utvrdio prisutnost vodenih pora u kutikuli lista. Schreiber (2005) je naveo argumente kojim potvrđuje postojanje vodenih pora: 1. usvajanje iona neovisno je o temperaturi i sintetskim polimerima; 2. vrlo malo je pod utjecajem ekstrakcije voska; 3. ovisno je o vlažnosti; 4. vrlo je malo ovisno o veličini molekula u usporedbi s usvajanjem lipofilnih molekula. Utjecaj temperature se izražava preko aktivacijske energije difuzije koja predstavlja energiju potrebnu za stvaranje slobodnih praznina u kutinu dovoljno velikih da prihvate usvojene molekule. Aktivacijska energija se povećava s povećanjem veličine molekule i povećanje temperature povećava stopu usvajanja lipofilnih molekula. Vrijednosti aktivacijske energije za lipofilne molekule se kreću od 75-190 kJ mol⁻¹ (Baur i sur., 1997). Kod usvajanja iona nije utvrđen utjecaj temperature ili je aktivacijska energija bila mnogo manja nego za lipofilne molekule. Schönherr (2000) je istraživao usvajanje kalcijevih iona preko kutikule lista kruške kod 15-30 °C i nije utvrdio značajan utjecaj temperature. Visoka aktivacijska energija izmjerena s lipofilnim molekulama koja se povećava s povećanjem veličine molekule koja se usvaja, podupire hipotezu da se difuzija odvija u kutinu i da se povećanjem temperature povećava veličina praznina dovoljno velikih da prihvate usvojenu molekulu. Izostanak utjecaja temperature kod usvajanja iona podupire hipotezu o stvaranju

„polarnih pora“. Ioni su prosječno manje veličine od lipofilnih molekula i organskih kiselina što znači da zahtijevaju stvaranje puno manjih praznina unutar kutikularne membrane (Fernandez i Eichert, 2009). Schonherr (2000) nije utvrdio značajan utjecaj sintetskih polimera (tributil-fosfata i dietil-suberata) na usvajanje kalcijevih iona preko kutikule lista kruške. Isti autor navodi da ekstrakcija voska povećava usvajanje kalcijevih iona preko kutikule lista kruške, no zaključuje da uklanjanje voska više potiče usvajanje lipofilnih molekula u odnosu na ione kalcija. Usvajanje iona se povećava s povećanjem relativne vlažnosti. Povećanje relativne vlažnosti od 50-90% udvostručuje usvajanje kalcijevog klorida. Slične rezultate dobio je Schönherr (2001) za usvajanje kalcijevog nitrata i organskih kalcijevih soli. Autor navode da visoka vlažnost povećava kapacitet transporta prilikom usvajanja hidrofilnih otopina povećanjem veličine i broja polarnih pora. Što se tiče veličina pora u kutikuli Schönherr (1976) navodi da je u vrste *Citrus aurantium* veličina pora 0,5 nm. S druge strane, Eichert i Goldbach (2008) navode veličinu pora u kutikuli od 2,0-2,4 nm u vrsta *Vicia faba*, *Coffea arabica*, *Prunus cerasus*.

Pokretačka sila za usvajanje nedisociranih molekula je kemijski gradijent tj. razlika u koncentracijama tvari između dvije strane lisne površine. Usvajanje iona uključuje sekundarni aktivni prijenos tj. elektrokemijski gradijent uzrokovan nabojem iona. Prilikom usvajanja aniona i kationa nastaje elektrokemijski gradijent koji je pokretačka sila i može čak uzrokovati kretanje iona nasuprot koncentracijskom gradijentu. Kutikula je nositelj negativnog naboja zbog prisutnosti karboksilnih grupa. Taj negativni naboj može u određenim okolnostima uzrokovati usvajanje kationa zbog odbijanja aniona od negativno nabijene kutikule. Brže usvajanje kationa će uzrokovati razliku u električnom potencijalu koja se povećava s usvajanjem kationa, ali usvajanje će prestati u određenoj točki kada razlika u električnom potencijalu kompenzira razliku u kemijskom potencijalu (Tyree i sur., 1990). Ravnoteža u naboju između kationa i aniona može se postići sa simportom aniona (kationi se transportiraju zajedno s anionima) ili antiportom kationa (kation koji se usvaja zamijeni drugi kation, uglavnom ione kalcija i natrija koji su privučeni s negativnim nabojem kutikule) ili kombinacijom oba procesa (Heredia i Benavente, 1991). U slučaju simporta kationa i aniona stopa usvajanja kationa je upravljana s nižom stopom usvajanja aniona dok je antiport kationa neovisan o anionima. Tyree i sur. (1990) su proučavali usvajanje kationa i aniona preko kutikule lista na način da su mjerili električni potencijal preko izoliranih kutikula vrsta *Acer saccharum* i *Citrus aurantium* koji se razvio kada su obje strane kutikule bile izložene različitim koncentracijama soli klorida. Autori su razvili model mehanizma usvajanja iona i nazvali ga „model nabijenih pora“. Prema tom modelu ioni se kreću u polarnim porama koje

su povezane s polarnim dijelovima kutikule koja nosi negativan naboj. Gustoća naboja je najveća na unutrašnjoj strani kutikule i smanjuje se prema vanjskoj strani zbog manjeg broja karboksilnih grupa. Negativan naboj u porama izaziva stvaranje dvostrukog sloja iz kojeg su isključeni anioni (Donnanovo isključenje). Debljina aniona isključenih iz dvostrukog sloja se povećava s povećanjem gustoće negativnog naboja i smanjenjem snage iona. Kada je dvostruki sloj na površini pore toliko debeo da začepi cijelu poru, isključeno je usvajanje aniona. Isključenje aniona se događa na unutrašnjoj strani kutikule koja je asimetrične strukture i tu prevladava najveća gustoća naboja. Tyree i sur. (1991) navode i „dvoslojni model“ kod kojeg je uzeta u obzir i heterogenost kutikule. Po tom modelu permeabilnost kutikule je limitirana s rubnim slojem kutikule koji je slobodan od ugljikohidrata i posjeduje samo nekoliko negativnih naboja. Isključenje aniona se pojavljuje kada je koncentracija otopine (snaga iona) niska. U tim uvjetima samo kationi mogu permeirati kutikulu. Ako je folijarna otopina jako koncentrirana, ona može potisnuti isključenje aniona. To se može pojaviti kod koncentracija $> 10^{-2}$ M. U odsutnosti Donnanovog isključenja, permeabilnost kutikule je određena s mobilnošću iona u kutikuli i njihovom veličinom (Benavente i sur., 1999). U tim uvjetima nema značajne razlike u folijarnom usvajanju kationa i aniona.

Prema Vukadinoviću i Lončariću (1998) usvajanje folijarnih otopina preko puči je otežano. Površina puči je prosječno 2% od ukupne površine lista i kroz tako male otvore (oko $30 \times 7 \mu\text{m}$) zbog površinske napetosti tekućine teško ulaze, a uz to i vlaženje stanica zapornica smanjuje ulazni otvor puči. Zabkiewicz i sur. (1993) navode da niža površinska napetost ispod određene kritične razine pospješuje stomatalnu infiltraciju dinamičkim masenim strujanjem primijenjene folijarne otopine. Schönherr i Bukovac (1978) su zaključili da je kutikula permeabilnija preko stanica pomoćnica u odnosu na ostale epidermalne stanice. Pojedini autori zaključuju da je usvajanje otopina moguće direktno preko stomatalnih pora, ali ne putem dinamičkog masenog strujanja. Nedavna istraživanja Eicherta i sur. (2008) dokazala su da se usvajanje otopina preko puči odvija procesom difuzije bez infiltracije. Fernandez i Eichert (2009) navode da stomatalni put i usvajanje otopina preko puči zahtijevaju daljnje istraživanje.

2.2. Utjecaj folijarnih gnojiva na intenzitet fotosinteze i sadržaj klorofila

Vos i van der Putten (1998) istraživali su utjecaj različitih doza dušične gnojidbe na razvoj lisne mase, sadržaj dušika u listu te intenzitet fotosinteze na sorti krumpira Vebece u vegetacijskim posudama u uvjetima plastenika. Tretmani u pokusu sastojali su se od različitih doza dušika (250, 500, 1000, 1500 i 2000 mg dušika po loncu u obliku $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i NH_4NO_3). Hranjive otopine primijenjene su jedan tjedan nakon nicanja u intervalima od sedam do deset dana. Autori navode da je povećanje doza dušika rezultiralo većom lisnom površinom. Intenzitet fotosinteze u listu krumpira smanjio se sa starošću listova. Utjecaj dušičnih tretmana na intenzitet fotosinteze i sadržaj dušika u listovima krumpira nije bio značajan. Prosječna vrijednost intenziteta fotosinteze kod mladih listova krumpira bio je oko $0,9 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ CO}_2$ tijekom pokusa.

El-Beltagy i sur. (2002) istraživali su utjecaj višekratne primjene kalcijevog klorida na produktivnost sorte krumpira Cara tijekom dvije godine u poljskim uvjetima. Kalcij je primijenjen šest puta tijekom vegetacije (35, 45, 55, 60, 70 i 80 dan nakon sadnje) u dozama od 6,6; 15,0; 21,6; 28,2 i 34,8 g kalcija po biljci. Autori navode da se primjenom kalcija u dozi od 15,0 g po biljci i većoj povećala duljina stabljike, broj listova i stabljika te ukupna lisna površina. Nadalje, aplikacijom kalcija povećan je sadržaj klorofila, postotak suhe tvari i prinos gomolja.

Horvat i sur. (2006) istraživali su reakciju krumpira sorte Courage na folijarnu primjenu Megagreena (44% CaO, 9% SiO₂, 2% MgO, 1% Fe₂O₃, mikroelementi u tragovima) u uvjetima plastenika. Folijarna primjena u dozi od 2 kg ha^{-1} Megagreena provedena je 50, 60, 70, 80, i 90 dana nakon sadnje gomolja, tj. u periodu od početka formiranja gomolja do faze fiziološke zrelosti. Rezultati istraživanja pokazali su da folijarna primjena nije polučila pozitivan učinak u pogledu podržavanja stvaranja klorofila i održanja duže vitalnosti biljaka krumpira. U usporedbi prema kontrolnoj varijanti folijarna primjena Megagreena dovela je do fiziološke zrelosti biljaka. Koncentracija ukupnog klorofila ($a+b$) i klorofila a značajno je bila niža u biljaka krumpira tretiranih s Megagreenom.

Chapagain i Wiesman (2004) istraživali su utjecaj folijarne primjene Nutri-Vant-PeaK-a (95%-tni monokalcijev-fosfat) na sadržaj klorofila u listu rajčice u uvjetima plastenika. Primjena folijarnog tretmana 1%-tne koncentracije izvršena je 40, 70 i 100 dana nakon sadnje. Sadržaj klorofila određivan je 15, 45, 75, 105 i 135 dana nakon sadnje. Autori zaključuju da 15 i 45 dana nakon sadnje nije bilo značajne razlike u sadržaju klorofila a i

klorofila *b* između tretmana i kontrolne varijante dok je 75, 105 i 135 dana nakon sadnje sadržaj klorofila *a* i *b* bio značajno veći pod utjecajem folijarnog tretmana.

Stancheva i sur. (2004). istraživali su utjecaj različitih oblika dušične gnojidbe (mineralna, organska i folijarna) na prinos, sadržaj nitrata i ostale fiziološke parametre na grahu sorte Xera u uvjetima plastenika. Tretmani u pokusu bili su: kontrola (bez gnojidbe), mineralna gnojidba (50 kg dušika ha⁻¹, 100 kg fosfora ha⁻¹ i 120 kg kalija ha⁻¹), organska gnojidba, 2080 kg ha⁻¹ (0,64% dušika i 1,84% fosfora) i folijarna gnojidba (Agroleaf N:P:K=20:20:20 sa 0,1% željeza, 0,06% mangana, 0,06% bakra, 0,06% cinka, 0,02% bora). Primjena mineralnog i organskog gnojiva izvršena je prije sjetve, a folijarna gnojidba pet puta tijekom vegetacije u desetodnevnim intervalima u dozi od 3 kg ha⁻¹ odnosno 0,3%-tnom otopinom počevši od trećeg tjedna nakon sadnje. Autori su utvrdili povećani sadržaj klorofila *a* i klorofila *b* pod utjecajem svih tretmana, osim kontrolnog, u fazi cvatnje kada je ostvaren i maksimalan intenzitet fotosinteze. Nije utvrđena značajna razlika u sadržaju pigmenata između pojedinih tretmana gnojidbe. Sadržaj biljnih pigmenata smanjivao se tijekom vegetacije u kontrolne varijante zbog ranijeg procesa starenja lisne mase u odnosu na folijarni tretman. Sadržaj karotenoida u listu graha nije bio pod utjecajem tretmana i nije se promijenio čak ni sa starenjem listova.. Veći sadržaj biljnih pigmenata pod utjecajem folijarne gnojidbe svojim istraživanjima dokazuje i Kovacheva i sur. (1999).

Utjecaj različitih doza gnojidbe makroelementima (dušikom, fosforom, kalijem i magnezijem) i mikroelementima (željezom, manganom, cinkom, bakrom, borom i molibdenom) na intenzitet fotosinteze, provodljivost puči i koncentraciju međustaničnog CO₂ u listu graška (Jaspis i RRRbRb kultivari) i lupine (Teo i Markiz) u loncima u uvjetima plastenika istraživali su Pszczolkowska i sur. (2002). Gnojidba makroelementima provedena je dva puta prije sjetve i u fazi 3-4 razvijena lista u optimalnoj (2,7 mg dušika kg⁻¹ tla; 1,7 mg fosfora kg⁻¹ tla; 5,0 mg kalija kg⁻¹ tla i 1,8 mg magnezija kg⁻¹ tla) i smanjenoj (1/4) dozi. Primjena mikroelementima izvršena je dodatno u vegetaciji u dozi od 0,6 mg željeza kg⁻¹ tla; 0,06 mg mangana i cinka kg⁻¹ tla; 0,01 mg bakra kg⁻¹ tla; 0,03 mg bora kg⁻¹ tla i 0,005 mg molibdena kg⁻¹ tla. Autori navode da je smanjena količina fosfornog i kalijevog gnojiva dovela do smanjenja intenziteta fotosinteze u oba kultivara graška. Gnojidba magnezijem s četvrtinom optimalne doze također je smanjila intenzitet fotosinteze u kultivara RRRbRb, dok u kultivara Jaspis autori navode nezatno povećanje intenziteta fotosinteze. U kultivara lupine, intenzitet fotosinteze bio je znatno veći u stadiju formiranja mahuna u usporedbi sa stadijem u kojem je biljka imala 3-4 razvijena lista. Koncentracija međustaničnog CO₂ u listu graška kultivara Jaspis bila je veća kod primjene nižih doza gnojive fosforom i kalijem, a nije

bilo značajne promjene u koncentraciji CO₂ kod primjene četvrtine doze gnojidbe magnezijem. Koncentracija međustaničnog CO₂ u listu graška kultivara RRRBRb bila je niža primjenom nižih doza gnojidbe. U oba kultivara lupine nije zamijećena značajna razlika u koncentraciji međustaničnog CO₂ pod utjecajem različitih doza gnojidbe. U stadiju formiranja mahuna u lupine zabilježena je 90% niža provodljivost puči od stadija u kojem je biljka imala 3-4 razvijena lista. U graška, niža stomatalna provodljivost u stadiju 3-4 lista zabilježena je u kultivara Jaspis pod utjecajem manjka fosfornog gnojiva, a kod kultivara RRRbRb pod utjecajem manjka kalijevog i magnezijevog gnojiva.

2.3. Utjecaj folijarnih gnojiva na prinos i kvalitetu krumpira i drugih poljoprivrednih kultura

Folijarna primjena gnojiva ima značajnu ulogu u proizvodnji krumpira, ona osigurava i makro i mikro hranjiva biljci u uvjetima njihova nedostatka u tlu i na taj način utječe na povećanje prinosa i kvalitete gomolja krumpira. Uz gnojidbu putem tla, analize tla i biljnog materijala, primjena gnojiva folijarno predstavlja dodatnu mjeru za usklađivanje programa gnojidbe s ciljem postizanja maksimalne kvalitete i kvantitete u proizvodnji krumpira (Hiller, 1995).

Bieluga i Witek (1996) istraživali su folijarnu gnojidbu otopinom uree (8% dušika) i Agrosolom K (dušik, magnezij, bor, mangan, cink, željezo, bakar, molibden) u usporedbi sa standardnom gnojidbom putem tla (kontrolna varijanta) na sorti krumpira Mila. Primjenjene doze folijarne gnojidbe bile su 40 kg dušika ha⁻¹ (50% prije cvatnje, 50% kod formiranja boba) i 3 L ha⁻¹ Agrosol K. Autori navode da je folijarna ishrana dušikom i mikroelementima na sorti krumpira Mila dala veće prinose gomolja krumpira za 12% u usporedbi sa standardnom gnojidbom.

Utjecaj folijarne gnojidbe na sadržaj makroelemenata u lišću, stabljikama, stolonima i gomoljima krumpira tijekom cvatnje istraživali su Boliglowa i Dzienia (1999). Dvogodišnji poljski pokusi provedeni su po split-plot metodi na dvije sorte krumpira (Darga, srednje rana i Marta, srednje kasna sorta). Tretmani folijarne gnojidbe (6% vodena otopina uree u dozi od 8,3 kg dušika ha⁻¹ i kompleksno gnojivo Agrosol K (dušik, magnezij, bor, mangan, cink, željezo, bakar, molibden u dozi od 1,5 L ha⁻¹) primjenjivani su višekratno u vegetaciji počevši od perioda formiranja lateralnih izboja do početka cvatnje. Autori su utvrdili veći sadržaj makroelemenata u nadzemnim dijelovima krumpira (lišću i stabljikama) u fenofazi cvatnje, nego u podzemnim dijelovima (stolonima i gomoljima). Folijarna gnojidba nije uzrokovala

značajne razlike ni u sadržaju makroelemenata dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija pojedinih biljnih dijelova krumpira kao ni u ekvivalentnom odnosu kalij: (kalcij + magnezij) u usporedbi s kontrolnom varijantom (osnovna gnojidba putem tla). Tijekom perioda cvatnje ekvivalentan odnos kalij: (kalcij + magnezij) ostvaren je u stabljikama. Utvrđena je značajna pozitivna korelacija između sadržaja fosfora, kalija i magnezija u lišću i sadržaja svih makroelemenata u stolonima i gomoljima.

Poljske pokuse s folijarnom gnojidbom na krumpiru provodio je Witek (1999). Autor je istraživao utjecaj folijarno dodane uree s 4, 8 i 12% -tnom koncentracijom dušika s mikroelementima u različitim stadijima razvoja usjeva u usporedbi s kontrolnom varijantom koja je uključivala samo osnovnu gnojidbu putem tla. Folijarna gnojidba provedena je tri puta u vegetaciji i to u fazi formiranih nadzemnih dijelova, u fazi zatvorenih redova i formiranih boba. Pokusima je dobiveno povećanje prinosa krumpira za 12,8% u usporedbi s kontrolnom varijantom, bolja struktura prinosa (frakcija sitnih, srednjih i krupnih gomolja) i povećanje sadržaja škroba za 2,4%.

U istraživanjima učinkovitosti folijarne gnojidbe krumpira s otopinom uree-amonij-nitrata (15 kg ha^{-1}), Jablonski (2003) je utvrdio povećanje prinosa krumpira za 9,7% te smanjenje pojave smeđih mrlja i šupljikavosti gomolja. Dodatak magnezijevog sulfata otopini uree-amonij-nitrata, nije utjecao na bolju učinkovitost gnojidbe ni na kvalitetu gomolja. Primjena uree-amonij-nitrata preko tla pri sadnji povećala je prinos gomolja za 9,2-13,7%, ali nije utjecala na kvalitetu gomolja krumpira.

Reakciju krumpira sorte Symphonia na primjenu optimalne doze dušika (250 kg ha^{-1}) u obliku uree različitim metodama aplikacije (aplikacija širom tijekom sadnje, prihrana u vegetaciji te folijarna primjena) istraživali su Ayyub i sur. (2006). Najbolje rezultate pokazala je primjena polovice doze dušika kod sadnje i druge polovice 30 dana nakon sadnje. Pri tome je postignut optimalni broj stabljika i listova po biljci, visina biljke, broj gomolja, prinos biljne mase i gomolja krumpira. Također je postignuta bolja specifična gustoća i postotak suhe tvari u slučaju dvokratne primjene dušika. Primjena dušika folijarno uz osnovnu gnojidbu tijekom sadnje i prihrane rezultirala je povećanjem vlažnosti gomolja te sadržaja dušika, fosfora, kalija i sirovih proteina u gomolju krumpira.

Utjecaj folijarne gnojidbe cinkom i manganom na prinos i kvalitetu gomolja krumpira u poljskim uvjetima u Lorestanu u Iranu istraživali su Mousavi i sur. (2007). Pokus je bio postavljen po shemi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri repeticije. Četiri razine gnojidbe za svaki element (0, 2, 4, i 8 ppm otopine cinka i mangana u obliku ZnSO_4 i MnSO_4) provedene su u dva navrata - deset dana prije cvatnje te dvadeset dana nakon cvatnje. Autori su utvrdili

povećanje prinosa gomolja po biljci, postotak suhe tvari, specifične gustoće te sadržaja proteina i škroba u gomolju krumpira. Aplikacijom cinka u dozi od 8 ppm otopine dobiveno je povećanje prinosa gomolja krumpira na 34,2 t ha⁻¹ što je za 25% više u usporedbi s kontrolom. Aplikacija mangana sa 4 ppm otopine povećala je prinos na 33,9 t ha⁻¹, 15% više u usporedbi s kontrolnom varijantom dok se primjenom mangana s 8 ppm otopine smanjio prinos i kvaliteta gomolja. Maksimalan prinos od 39,0 t ha⁻¹ ostvaren je s folijarnom primjenom 8 ppm otopine cinka i 4 ppm otopine mangana. Primjena gnojiva na bazi cinka i mangana folijarno signifikantno je utjecala na mineralni sastav gomolja. Primjena cinka povećala je sadržaj cinka i smanjila sadržaj fosfora u mesu gomolja. Primjenom mangana povećan je sadržaj mangana u gomolju dok na sadržaj cinka, fosfora i kalija u gomolju nije bilo značajnog utjecaja. Kombinacija cinkovog i manganovog gnojiva rezultirala je povećanjem sadržaja cinka i mangana, a smanjila sadržaj fosfora u gomolju krumpira. Povećanje sadržaja cinka i mangana i smanjenje sadržaja fosfora u gomoljima krumpira pod utjecajem folijarne primjene cinkovih i manganovih gnojiva svojim istraživanjima potvrdili su i Bybordy i Malakoty (2001) te Ranjbar i Malakoty (2000).

Trehan i sur. (1995) istraživali su utjecaj gnojidbe preko tla i folijarne gnojidbe mikroelementima (cink, bakar, molibden i mangan) te fungicidima (mancozeb, metalaxyl + mancozeb) na pojavu plamenjače krumpira te ukupni prinos gomolja. Učinkovitost mikrohranjiva je bila veća kod niže zaraze i bila je jednaka učinkovitosti primjene s fungicidima (metalaxyl + mancozeb). Folijarna gnojidba mikroelementima (cink, bakar, cink + bakar + molibden) reducirala je pojavu plamenjače (65,4-92,5%) i povećala prinos gomolja krumpira (36,3-45,9%). Međutim, kod veće zaraze primjena mikroelemenata i mancozeba bila je manje učinkovita od primjene sistemika metalaxyla + mancozeba. Primjena mikroelemenata putem tla nije reducirala plamenjaču i povećala prinos gomolja krumpira. Infekcija gomolja u berbi s plamenjačom bila je u pozitivnoj korelaciji s infekcijom nadzemne mase.

Utjecaj bora na prinos i kvalitetu dviju sorata krumpira (Asterix i Monalisa) u kontroliranim uvjetima na dva tipa tla (latosol i kambisol) istraživali su Mesquita i sur. (2007). U istraživanju su korištene tri razine gnojidbe (0,75; 1,50 i 3,0 ppm bora) te kontrola bez gnojidbe borom. Rezultati istraživanja su pokazali da se povećanjem doze gnojidbe borom povećao prinos gomolja krumpira. Maksimalan prinos ostvaren je na crvenom latosolu kod 1,50 ppm bora. Najveći postotak suhe tvari i škroba u gomolju postignut je kod kultivara Asterix na crvenom latosolu. Oba kultivara ostvarili su niži prinos na kambisolu iz razloga što na tom tipu tla ima veći sadržaj muljevito sloja pri čemu je otežano formiranje gomolja.

Značajno povećanje prinosa gomolja krumpira pod utjecajem folijarno dodanog bora u fazi prije nalijevanja gomolja s $0,22 \text{ kg bora ha}^{-1}$ utvrdili su i Hopkins i sur. (2006). Nasuprot tome, Jolley i sur. (2005; 2007) istraživanjem utjecaja folijarne gnojidbe borom u dozi od $0,22\text{-}0,28 \text{ kg ha}^{-1}$ nisu dobili povećanje prinosa krumpira kao ni povećanu koncentraciju bora u peteljci, mesu i pokožici gomolja.

Mondy i sur. (1986) istraživali su utjecaj folijarne gnojidbe Epsom Salt (magnezij-sulfat) i dolomita putem tla na sadržaj dušika, mangana te aluminija i željeza u gomolju krumpira. Rezultati istraživanja pokazali su da je upotrebom i Epsom Salta i dolomita značajno povećan sadržaj ukupnog dušika u mesu i pokožici gomolja u odnosu na kontrolnu varijantu. Pod utjecajem folijarne primjene s Epsom Salt postignut je veći sadržaj dušika u gomolju u odnosu na primjenu dolomita putem tla. I folijarna gnojidba i gnojidba putem tla utjecala je na povećanje sadržaja aluminija i željeza u gomolju krumpira, dok je primjenom dolomita postignut značajno veći sadržaj mangana i kadmija u gomolju u odnosu na folijarnu primjenu s Epsom Salt.

Karlsson i sur. (2006) proveli su poljske pokuse kojima su određivali smanjuje li povećanje količine kalcija u gomolju krumpira pojavu nastanka smeđih mrlja. Trogodišnji pokusi provedeni su na pet sorata krumpira (Russet Burbank, Atlantic, Snowden, Superior i Dark Red Norland). Primjena kalcija u obliku vodene otopine provedena je tri puta u vegetaciji počevši od perioda nagrtanja u dozi od 168 kg ha^{-1} . Rezultati istraživanja su pokazali da primjena kalcijevih gnojiva dovodi do povećanja koncentracije kalcija u gomolju krumpira svih sorata. Iako je koncentracija kalcija u gomolju varirala tijekom sezona, sorte Atlantic i Snowden pokazivale su manju koncentraciju kalcija za razliku od sorata Superior i Dark Red Norland. Pojava smeđih mrlja bila je značajno reducirana s primjenom gnojidbe kalcijem u sorata Atlantic, Burbank i Snowden. S druge strane, kod sorata Dark Red Norland i Superior uočen je vrlo mali postotak smeđih mrlja neovisno o aplikaciji kalcija. Regresijska analiza pokazala je značajnu povezanost između pojave smeđih mrlja i koncentracije kalcija u gomolju krumpira.

Reakciju krumpira na folijarnu primjenu prirodnim mineralnim gnojivom Megagreen (44% CaO, 9% SiO₂, 2% MgO, 1% Fe₂O₃, mikroelementi u tragovima) u uvjetima plastenika istraživali su Horvat i sur. (2006). Vegetacijski pokus u loncima s dva tretmana (kontrola i Megagreen) proveden je po shemi slučajnog rasporeda u tri ponavljanja. Folijarna primjena Megagreena u dozi od 2 kg ha^{-1} provedena je 50, 60, 70, 80, i 90 dana nakon sadnje gomolja, tj. u periodu od početka formiranja gomolja do faze fiziološke zrelosti. Rezultati istraživanja su pokazali da višekratna folijarna primjena Megageena nije imala značajan utjecaj na

pokazatelje rasta i prinosa gomolja sorte Courage. Biljke tretirane Megagreenom formirale su neznatno veći broj gomolja, ali manje prosječne mase i s nižim udjelom suhe tvari. Istraživanjem dinamike rasta biljaka i akumulacije suhe tvari, autori su zaključili da broj gomolja nije značajno varirao po biljci od početka tuberizacije do kraja vegetacije krumpira. Međutim, masa gomolja i udio suhe tvari u gomolju značajno su bili veći u kasnijim fazama rasta, ali nisu bili pod utjecajem Megagreena. Istovremeno, masa nadzemnog dijela biljke nije znatnije varirala neovisno o roku berbe kao ni o tretmanu. Udio suhe tvari u nadzemnom dijelu značajno je bio viši u biljaka uzetih za analizu 80 dana nakon sadnje u usporedbi sa suhom tvari biljaka uzetih za analizu 70 dana nakon sadnje.

Clough (1994) je provodio istraživanje utjecaja količine i vremena primjene kalcijevog gnojiva apliciranog preko tla na prinos, mineralni sastav i kvalitetu gomolja triju sorata krumpira (Atlantic, Frontier i Russet Burbank). Kalcijeva gnojiva primjenjena su prije sadnje u količinama od 0, 90, 180, i 270 kg ha⁻¹ u obliku CaSO₄ te u prihrani sa 0, 34 i 68 kg ha⁻¹ u obliku Ca(NO₃)₂. Primjena kalcija pred sadnju kao i u prihrani nije utjecala na prinos gomolja krumpira kao ni na strukturu prinosa (sitna, srednja i krupna frakcija). Koncentracija fosfora, kalija i kalcija u gomolju sorte Russet Burbank, kalcija u sorte Frontier i sumpora u svim sortama se povećala s povećanjem doze kalcija pred sadnju. Isto tako, koncentracija fosfora, kalija, kalcija i bakra u sorte Russet Burbank te sumpora u sorte Frontier se povećala s povećanjem doze kalcija tijekom prihrane. Pojava smeđih mrlja u gomolju krumpira kod svih sorata primjenom kalcija pred sadnju i u prihrani gnojiva bitno je reducirana.

Allison i sur. (2001) istraživali su utjecaj fosfornih gnojiva (90-180 kg ha⁻¹) dodanih putem tla i lista na broj i prinos gomolja krumpira. Primjena fosfornih gnojiva putem tla rezultirala je u značajnom povećanju prinosa gomolja u tlima koja su sadržavala manje od 26 mg Olsen-P L⁻¹ (< Indeks 3). Značajno povećanje broja gomolja utvrđeno je u tlima koja su sadržavala manje od 16 mg Olsen-P L⁻¹ (< indeks 2). Primjena fosfornih gnojiva folijarno nije značajno utjecala na povećanje prinosa svježe mase gomolja kao ni na broj gomolja krumpira na tlima siromašnim fosforom (P Indeks 0) na kojima nije primjenjivana gnojidba fosforom putem tla. Autori navode da je za povećanje prinosa i broja gomolja važno postići povećanje biljnog pokrova, a s time i apsorpciju svjetla do faze inicijacije gomolja (6 tjedana nakon sadnje). Stoga, predlažu primjenu fosfornih gnojiva folijarno unutar 5-6 tjedana nakon sadnje. Ranija istraživanja Prasada i Breretona (1970) pokazala su učinkovito iskorištenje fosfornih gnojiva od strane usjeva krumpira, ali uz mali utjecaj tih gnojiva na prinos gomolja krumpira. Lewis i Kettlewell (1992); Kilpatrick (1993) istraživali su folijarnu primjenu

fosfornih gnojiva na tlima s P Indeksom 0-4 i nisu utvrdili značajan utjecaj na povećanje prinosa i broja gomolja krumpira.

Utjecaj folijarne gnojidbe na rast i razvoj drugih kultura iz porodice Solanaceae istraživali su sljedeći autori:

Poljak i sur. (2003) istraživali su učinkovitost folijarno dodanog kalcija u sprečavanju pojave vršne truleži ploda paprike u poljskim uvjetima. Primjena tekućeg folijarnog gnojiva Folifertil Ca izvedena je dva puta u vegetaciji (sredinom srpnja i tjedan dana nakon prve primjene) u količini od 5 i 10 L ha⁻¹ na četiri kultivara paprike (Blondy, Cecil, Slonovo uho i Stela). Autori su utvrdili da folijarna kalcijeva gnojiva sprečavaju razvoj vršne truleži ploda paprike jer omogućuju pritijecanje kalcija u plod u vrijeme njegova razvoja, kada je i najveće njegovo primanje, a što se ne može uspješno postići gnojidbom preko tla zbog sporog usvajanja kalcija putem korijena biljke te njegove slabe mobilnosti u biljci. Primjena folijarnog kalcijevog gnojiva utječe na promjenu kemijskog sastava ploda paprike. Folijarna primjena kalcija u tijeku formiranja ploda paprike povećava koncentraciju kalcija u zdravom plodu. Utvrđene su razlike između kultivara kao i dijelova ploda paprike. Odnos dušik/kalcij u zdravom dijelu ploda paprike pada s povećanjem doze folijarnog gnojiva i niži je nego u bolesnom dijelu ploda. Povećanjem doze gnojiva odnos kalij/kalcij u zdravom dijelu ploda se smanjuje i niži je od kontrolne varijante. Primjena Folifertila Ca u preporučenoj količini (5 L ha⁻¹) i dvostruko većoj količini (10 L ha⁻¹) u svih kultivara paprike rezultirala je variranjem u ukupnom prinosu plodova. U sorata Cecil i Slonovo uho ukupan prinos ploda paprike niži je od netretirane kontrolne varijante. Suprotno tome, sorte Blondy i Stela pozitivno reagiraju na dvostruko veću količinu kalcijevih gnojiva. Najveći udio tržnih plodova u svih sorata paprike ostvaren je pri primjeni 5 L ha⁻¹ Folifertila Ca. Porast prinosa plodova paprike s primjenom folijarnih kalcijevih gnojiva zabilježili su Schon (1993) te Alexander i Clough (1998).

S druge strane, Michalojc i Horodko (2006) u svojim istraživanjima o utjecaju folijarne gnojidbe kalcijem na prinos i mineralni sastav slatke paprike naveli su da folijarna gnojidba kalcijem nije signifikantno utjecala na povećanje prinosa kao ni na mineralni sastav lišća i plodova slatke paprike.

Dong i sur. (2004) proveli su pokus u uvjetima plastenika o utjecaju folijarne primjene miješane otopine 20 mg L⁻¹ NAA (metil-naftil acetata) + 0,5% CaCl₂ na mineralni sastav ploda rajčice. Folijarna primjena provedena je tri puta tijekom vegetacije (u fazi punog procvata, u fazi starosti ploda od jedan tjedan te fazi starosti ploda od tri tjedna). Rezultati istraživanja su pokazali povećanje sadržaja kalcija u plodovima rajčice pod utjecajem kalcijevog tretmana u fazi punog procvata i fazi starosti ploda od jedan tjedan. Aplikacija

kalcija smanjila je sadržaj kalija, magnezija, fosfora, bora i mangana u plodovima rajčice. Folijarnom primjenom povećan je sadržaj vitamina C, a smanjen postotak kiselosti plodova rajčice.

Chapagain i Wiesman (2004) istraživali su utjecaj folijarnog gnojiva Nutri-Vant-PeaK-a (95%-tni monokalcijev-fosfat) na prinos i kvalitetu rajčice. Autori navode da se folijarnom primjenom Nutri-Vant-PeaK-a značajno povećao prinos i kvaliteta plodova rajčice (smanjen je postotak sitnih plodova kao i broj plodova s mrljama i truleži). Nadalje, rezultati istraživanja pokazuju da se folijarnom primjenom navedenog gnojiva povećao postotak suhe tvari te sadržaj fosfora, kalija i magnezija u plodovima. Sadržaj ukupnog dušika, nitrata, kalcija, željeza i cinka nije bio pod utjecajem primijenjenih tretmana.

Takacs-Hajos i sur. (2007) su istraživali utjecaj primjene folijarnog gnojiva Epso Salt ($\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) na kvalitetu šećerne repe. Folijarna gnojidba izvršena je četiri puta tijekom vegetacije s 2%-tnom otopinom. Autori navode da folijarna primjena magnezijevog sulfata utječe na iskorištenje ostalih elemenata i poboljšava sadržaj mineralnih elemenata u biljnom tkivu. Primjenom magnezijevog sulfata na šećernoj repi povećani je postotak suhe tvari korijena repe za 28,3%. U suhoj tvari primjenom tog gnojiva značajno je povećan sadržaj željeza, mangana, cinka i bakra. Suprotno tome, nije utvrđena značajna razlika u sadržaju kalija, natrija i kalcija u usporedbi s kontrolnom vrijantom (bez folijarne primjene gnojiva).

Barlog i Grzebisz (2001) su istraživali utjecaj folijarne primjene Epsom Salt (1%-tna otopina) na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe. Pokus se sastojao od tri tretmana gnojidbe (0,5 kg magnezija ha^{-1} apliciranog u fazi formiranja osmog lista, 0,5 kg magnezija ha^{-1} apliciranog u fazi prije zatvaranja redova te 1,0 kg magnezija ha^{-1} apliciranog u obje faze) te kontrolne varijante (bez folijarne primjene). Autori su utvrdili da je primjenom Epso Salta značajno povećan prinos korijenja i šećera. Primjena 0,5 kg magnezija ha^{-1} rezultirala je povećanjem prinosa korijenja za 9,9% u usporedbi s kontrolnom varijantom. Prinos šećera povećan je za 9,5%. Aplikacijom 1,0 kg magnezija ha^{-1} povećan je prinos korijenja za 12,6%, a prinos šećera za 11,1%.

Reakciju šećerne repe na folijarnu primjenu Epsom Salt tijekom tri godine na tri lokacije istraživali su Kristek i sur. (2000). Epso Salt je primijenjen kao 5%-tna otopina, 400 L ha^{-1} dva puta u desetodnevnom intervalu tijekom lipnja. Folijarna primjena Epso Salta dovela je do povećanja koncentracije saharoze u korijenu repe za 0,25, 0,20 i 0,26%. Međutim, povećanje prinosa šećera za 0,40 t ha^{-1} uslijedilo je samo u trećoj godini istraživanja koja je bila pogodna po ekološkim pokazateljima za uzgoj šećerne repe. U tim uvjetima primjena Epso Salta, uz povećanje prinosa šećera, značajno je utjecala na digestiju,

povećanje prinosa korijena repe te sadržaja kalija u korijenu šećerne repe. Sadržaj natrija i amino-dušika nije bio pod utjecajem folijarnog tretmana. Autori su preporučili folijarnu primjenu Epso Salta kao standardnu mjeru u gnojidbi šećerne repe, naročito u uvjetima osrednje opskrbljenosti tla sa magnezijem i sumporom.

Vratarić i sur. (2006) istraživali su reakciju soje na folijarnu gnojidbu Epsom Salt. Pokus je proveden u istočnoj Hrvatskoj tijekom četiri godine (1998-2001) na šest kultivara soje (Kuna, Una, Nada, Ika, Lika i Tisa). Folijarna gnojidba Epsom Salt (5%-tna vodena otopina u količini od 400 L ha⁻¹) provedena je dva puta tijekom vegetacije. Prvi tretman uključivao je 3,2 kg ha⁻¹ MgO i 2,3 kg ha⁻¹ S, a drugi 6,4 kg ha⁻¹ MgO i 4,6 kg ha⁻¹ S. Kontrolna varijanta uključivala je osnovnu gnojidbu putem tla, bez folijarnih tretmana. Autori navode da je primjena Epso Salta povećala prinos zrna soje za 5% u usporedbi s kontrolnom varijantom. Razlike u prinosu između prvog i drugog tretmana nisu bile značajne. Folijarna gnojidba rezultirala je značajnim povećanjem sadržaja proteina i sadržaja ulja u zrnu dok razlike u sadržaju proteina i ulja između folijarnih tretmana nisu bile značajne. Povećanje prinosa i kvalitete zrna soje pod utjecajem folijarne gnojidbe magnezijevim sulfatom svojim istraživanjima potvrđuju i Kovačević i sur. (1991); Sfredo i Klepker (2004) i Heatherly i Elmore (2004).

Istraživanja utjecaja folijarne primjene bora i magnezija te primjene bora preko tla na prinos soje istraživali su Reinbott i Blevins (1995). Folijarna gnojidba primijenjena je četiri puta u vegetaciji tijekom reproduktivnog rasta i razvoja, a aplikacija bora putem tla primijenjena je osam tjedana prije sjetve. Autori su zaključili da folijarna primjena bora kao i magnezija apliciranih zasebno četiri puta tijekom reproduktivnog rasta nije utjecala na prinos soje. Međutim, četiri folijarne aplikacije bora i magnezija zajedno povećale su prinos soje za prosječno 12% u sorte Vernon te za 4% u sorte Columbia tijekom trogodišnjeg istraživanja. Dvije folijarne aplikacije bora i magnezija zajedno tijekom kasnog reproduktivnog rasta rezultirale su povećanjem prinosa soje za 8% tijekom dvogodišnjeg istraživanja. Autori navode da je povećanje prinosa s folijarno dodanim borom i magnezijem rezultiralo iz povećanja broja mahuna na glavnoj stabljici (18%) i bočnim izdancima (44%). Primjena bora preko tla osam tjedana prije sjetve povećala je prinos za 11% tijekom prve godine, a 13% tijekom druge godine. U trećoj godini uzgoja nakon aplikacije borom nije postignut utjecaj na prinos soje.

Cirak i sur. (2006) su proveli istraživanje o utjecaju bora dodanog folijarno i putem tla (66,14% B₂O) na prinos soje pod utjecajem različitih doza primjene bora (0; 0,5; 1,0; 1,5 i 2,0 kg ha⁻¹). Pokus je proveden tijekom 2002 i 2003 godine po split plot metodi u tri repeticije.

Povećanjem doza bora apliciranog folijarno kao i putem tla postignuto je povećanje prinosa soje i za 40%, sadržaja bora u zrnu soje za 42%, postotka klijavosti zrna za 11% te mase 1000 sjemenki za 5%. Za postizanje maksimalnog prinosa, autori preporučuju dozu od 1,09 kg bora ha⁻¹.

Patel (1994) je proveo poljske pokuse o utjecaju folijarne gnojidbe dušikom i fosforom na rast i prinos graha. Folijarna primjena uree (1,5%) i diamonij-fosfata (0,5%) na grahu 30 i 40 dana nakon sjetve rezultirala je značajnim povećanjem broja mahuna po biljci, sjemenki po mahuni i duljine mahuna. Utvrđeno je značajno povećanje prinosa zrna graha u usporedbi s kontrolnom varijantom (bez folijarne primjene) i folijarnom primjenom obične vode.

Utjecaj različitih oblika dušične gnojidbe (mineralna, organska i folijarna) na prinos, sadržaj nitrata i ostale fiziološke parametre na grahu sorte Xera u uvjetima plastenika istraživali su Stancheva i sur. (2004). Rezultati istraživanja su pokazali da je najveća vrijednost svježe mase lišća, stabljika i korijenja ostvarena pod utjecajem folijarne gnojidbe u stadiju pupanja i tijekom cvatnje, što je i razlog da je pod utjecajem folijarnog tretmana ostvaren i maksimalni prinos mahuna. Sadržaj nitrata u mahunama bio je niži od prihvatljivih količina i nije bio pod utjecajem tretmana.

Arif i sur. (2006) istraživali su reakciju pšenice na folijarnu primjenu makro i mikrohranjiva. Pokus je proveden tijekom 2005. i 2006. godine u Pakistanu na sorti pšenice Saleem-2000. Hranjiva otopina sastojala se od dušika, fosfora i kalija u dozi od 100 g L⁻¹ te svih mikroelemenata u dozi od 0,8 g L⁻¹. Folijarna gnojidba primijenjena je tri puta tijekom vegetacije (u fazi busanja; vlatanja; pred cvatnju) u dozi od 25 L ha⁻¹. Rezultati istraživanja pokazali su značajno povećanje broja klasova po m², broja zrna po klasu, biološkog prinosa te prinosa zrna pšenice. Folijarna primjena hranjiva tri puta tijekom vegetacije rezultirala je maksimalnim brojem klasova po m², brojem zrna po klasu i biološkom prinosu. Maksimalan prinos zrna pšenice ostvaren je nakon druge i treće aplikacije hranjiva. Autori navode da povećanje broja zrna po klasu kao i prinosa zrna pšenice može biti povezano s primjenom folijarnih hranjiva u kasnijim fazama rasta pšenice.

Povećanje broja klasova po m² folijarnom primjenom različitim mikroelementima pojedinačno ili u kombinaciji svojim istraživanjima dobivaju i Soyly i sur. (2005) te Kenbaev i Sade (2002). Guenis i sur. (2003) i Soleimani (2006) navode povećanje broja zrna po klasu na pšenici pod utjecajem folijarne primjene bora i cinka.

Emam i Borjian (2000) istraživali su utjecaj doze i vremena primjene folijarne gnojidbe ureom na prinos i komponente prinosa dviju ozimih sorata pšenice Phalat i Marvdasht tijekom 1998 i 1999 u Iranu. Tretmani folijarne gnojidbe (0, 8, 16, 24 i 32 kg

N ha⁻¹) primijenjeni su tri puta tijekom vegetacije (u fazi pred cvatnju, u fazi pune cvatnje i fazi mliječne zriobe). Autori navode da kultivari pšenice reagiraju različito na primijenjenu dozu folijarne gnojidbe ureom tijekom svog stadija rasta. Kultivar Marvdasht ostvario je značajno povećanje prinosa zrna za 19% primjenom 8 kg ha⁻¹ dušika, dok je kultivar Phalat ostvario znatno veći prinos od 27% primjenom 16 kg ha⁻¹ dušika. Povećanje prinosa rezultat je povećanja broja zrna po klasu. Broj plodnih klasova po m² i masa zrna nisu bili pod utjecajem folijarnih tretmana, no žetveni indeks i biološki prinos značajno su povećani folijarnom gnojidbom. Osim primijenjene doze, za folijarnu primjenu hranjiva, vrlo je važno i vrijeme primjene. Folijarna primjena uree u vrijeme prije pune cvatnje rezultirala je većim prinosima u usporedbi s kasnijom aplikacijom. Isto tako, aplikacija uree prije pune cvatnje povećala je žetveni indeks sa 42,4% na 46,9% kod primjene sa 32 kg dušika ha⁻¹ u Marvdasht kultivara.

Reakciju pšenice na folijarnu gnojidbu dušikom i kalijem istraživali su Khan i sur. (2006) u Pakistanu u poljskim uvjetima na tri sorte pšenice (Chakwal-97; Margalla-99 i Bakhwatar). Tretmani u pokusu bili su kalij kao 0,5%-tna otopina KNO₃; dušik i kalij kao 0,5 i 0,2%-tna otopina KCl + urea; kalij kao 0,5%-tna otopina KCl; dušik kao 0,2%-tna otopina uree te kontrola (bez folijarne gnojidbe). Rezultati istraživanja pokazali su povećanje biološkog prinosa pod utjecajem folijarne gnojidbe dušikom i kalijem. Najveći prinos od 11 t ha⁻¹ postignut je primjenom KCl sa dodatkom uree (0,5 % kalija i 0,2% dušika). Istraživanja su pokazala da se primjenom KNO₃ i KCl postiže jednaka učinkovitost u povećanju prinosa. Aplikacijom dušika povećan je sadržaj dušika i kalija u listovima pšenice i iskorištenje tih hranjiva od strane biljke.

Girma i sur. (2007) provode istraživanja učinkovitosti folijarne primjene fosfora u različitim stadijima razvoja kukuruza i određivanja optimalne doze fosfora za postizanje većeg prinosa zrna i zelene mase. Folijarna gnojidba provedena je u stadiju razvijenog četvrtog lista, osmog lista te u stadiju formiranog klipa prije pojave svile u dozama od 0, 2, 4 i 8 kg fosfora ha⁻¹ u obliku KH₂PO₄. Osnovna gnojidba provedena je prije sjetve kukuruza preko tla. Autori utvrđuju da je primjena fosfora folijarno u stadiju formiranog klipa prije pojave svile povećala koncentraciju fosfora u zrnima i krmi kukuruza. Primjena fosfora u dozi od 8 kg ha⁻¹ povećala je prinose zrna i krme te koncentraciju fosfora više no primjena manjih doza, iako je učinkovitost iskorištenja fosfora bila visoka samo kod primjene nižih doza fosfora. Autori navode da folijarna gnojidba inicira niz procesa u stanicama koji dovode do povećanja procesa fotosinteze, uz povećanje potrebe biljaka za vodom, a s time u vezi i povećane apsorpcije hranjiva preko korijena. S druge strane, Fritz, (1978, cit. prema Girma i

sur., 2007) te Haq i sur. (2000) zaključili su da folijarna primjena fosfora nije imala značajan utjecaj na prinos i komponente prinosa kukuruza.

L-alfa aminokiseline utječu direktno ili indirektno na fiziološke procese biljaka. One sudjeluju u sintezi proteina stanice, prekursori su ili aktivatori fitohormona (L-metionin je prekursor etilena, L-triptofan auksina, L-arginin inducira sintezu hormona cvatnje i sudjeluje u formiranju ploda), utječu na klijanje polena i rast polenove mješinice (L-lizin, L-metionin, L-glutaminska kiselina). Pretpostavlja se da bi aplikacija L-alfa aminokiselina sa mikrohranjivima olakšala apsorpciju i transport mikrohranjiva unutar biljke. Učinak L-alfa aminokiselina folijarno apliciranih na prinos i kvalitetu gomolja krumpira i ostalih poljoprivrednih kultura do sada nije istraživani.

2.4. Utjecaj nedostatka vode na prinos i kvalitetu krumpira

Krumpir je jedna od najosjetljivijih kultura na nedostatak vode u tlu. Razlog tome, navodi van Loon (1981) je plitak korijenov sustav krumpira. Gregory i Simmonds (1992) su zaključili da dubina korijenovog sustava krumpira ne prelazi 100 cm čak i u dubljim, ujednačenim tlima što zavisi od kultivara. Raniji kultivari imaju plići korijenov sustav i razvoj korijena završe ranije (Iwama i sur., 1998). Potencijal krumpira za apsorpciju vode iz tla i količina korijenova sustava u profilu tla kod krumpira su relativno manji nego u ostalih ratarskih kultura. Još uvijek ne postoje podaci istraživanja simultanog mjerenja količine korijenova sustava u profilu tla i apsorpcije vode od strane korijena na krumpiru.

Relativno kratki period nedostatka vode u tlu može dovesti do redukcije rasta i razvoja listova na krumpiru što rezultira stvaranjem manjeg broj listova i ogranaka, listova manje veličine i manje specifične lisne površine te niže visine biljaka. Ograničenje u rastu lisne mase nastupa kod vrijednosti vodnog potencijala listova manje od $-0,5$ MPa. Nedostatak vode dovodi do redukcije provodljivosti puči, procesa transpiracije i fotosinteze (Hsiao, 1973, cit. prema Gopalu i Khurani, 2006). Provodljivost puči u krumpira smanjuje se kod relativno veće vrijednosti vodnog potencijala listova (od $-0,4$ do $-0,6$ MPa) u usporedbi s drugim kulturama (npr. $-1,1$ do $-2,5$ MPa u pšenice ili $-0,8$ do $-1,2$ MPa u lucerne i soje) (Gregory i Simmonds, 1992). Tijekom perioda vodnog stresa, provodljivost puči krumpira je reducirana ranije i u većoj mjeri od procesa fotosinteze što dovodi do niže koncentracije CO_2 u listovima krumpira. Smanjenjem vodnog potencijala odnos između intenziteta fotosinteze i provodljivosti puči se povećava, kao i učinkovitost iskorištenja vode od strane kultivara (Vos i Groenwold, 2003).

Schapendonk i sur. (1989) navode dva načina inhibicije procesa fotosinteze pod utjecajem vodnog stresa, stomatalni i mezofilni. Kod stomatalne inhibicije vodni stres dovodi do redukcije procesa fotosinteze na način da inducira zatvaranje puči uslijed smanjenja vodnog potencijala u listu. Zatvaranje puči dovodi do smanjenja koncentracije CO₂ u listu i redukcije intenziteta fotosinteze. Proces fotosinteze je manje inhibiran od procesa transpiracije jer se gradijent za CO₂ povećava, dok gradijent za vodenu paru ostaje isti. Učinkovitost iskorištenja vode povećava se pod utjecajem vodnog stresa. Kod mezofilne inhibicije vodni stres reducira proces fotosinteze direktno na način da inhibira Calvinov ciklus ili transport elektrona preko kloroplastne membrane. Stomatalni aparat je na taj način isto reduciran, ali koncentracija CO₂ u listu ostaje nepromijenjena. Proces fotosinteze i transpiracije su podjednako reducirani, a učinkovitost iskorištenja vode ostaje nepromijenjena. Navedeni autori su istraživali utjecaj vodnog stresa na intenzitet fotosinteze i fluorescenciju klorofila na pet sorata krumpira (Alpha, Bintje, Saturna, Kennebec i Veenster) u uvjetima plastenika. Stres uslijed nedostatka vode izazvan je pedeseti dan nakon sadnje na način da su biljke prenesene u kontejnere sa hranjivom otopinom u koju je dodan 10%-tni polietilen glikol koji je reducirao vodni potencijal u zoni korijena na -0,27 MPa. Nakon šest dana vodni stres je povećan dodatkom 20%-tnog polietilen glikola, a osmog dana izlaganja nedostatku vode povećan je deficit vodene pare u plasteniku povećanjem temperature sa 17 na 27 °C. Nakon deset dana izlaganja vodnom stresu, biljkama je dodana voda i smanjena je temperatura plastenika na 17 °C. Tijekom stresnog perioda na intaktnim listovima mjeren je proces fotosinteze, transpiracije i fluorescencije klorofila. Autori navode da je vodni stres uzrokovao redukciju procesa fotosinteze, prvotno kao posljedice zatvaranja puči, no nakon tri dana izlaganja biljaka vodnom stresu, proces fotosinteze je reduciran zbog inhibicije Calvinovog ciklusa u mezofilu lista na što je i ukazalo mjerenje fluorescencije klorofila. Inhibiciju Calvinova ciklusa uslijed vodnog stresa navode i Huber i sur. (1984), Prange (1986) i Ogren i Oquist (1985). Oporavak mladih listova nakon dodatka vode je bio povezan s nižom provodljivosti puči, ali i višom mezofilnom provodljivosti, u usporedbi s kontrolnom varijantom, koja je uzrokovala nisku koncentraciju CO₂ i vjerojatno izazvala fotoinhibiciju i oštećenje listova. Razlike u stopi fotosinteze između kultivara su bile visoko značajne u optimalnim i stresnim uvjetima i odgovarale su razlikama u provodljivosti mezofila. Kultivari Alpha i Veenster imali su najveću stopu intenziteta fotosinteze, a kultivari Kennebec i Saturna najmanju.

Utjecaj vodnog stresa na intenzitet fotosinteze ovisi o kultivaru krumpira te o fazi razvoja kultivara krumpira u kojoj nastaje nedostatak vode (Ackerson i sur., 1977). Minhas i

Bansal (1991), Dallacosta i sur. (1997) navode da nedostatak vode u fazi prije i za vrijeme inicijacije gomolja bitno reducira procese fotosinteze i transpiracije, produkcije suhe tvari, skraćuje vegetaciju, uzrokuje raniju senescenciju listova što u konačnici rezultira nižim prinosima gomolja. Vodni stres se negativno odražava na specifičnu gustoću i sadržaj reducirajućih šećera u gomolju krumpira (Steyn i sur., 2000).

King i sur. (2003) navode da krumpir ima nižu tolerantnost na vodni stres od ostalih ratarskih usjeva. Prinos i kvaliteta gomolja krumpira pod utjecajem vodnog deficita ovisit će o jačini, vremenu pojave i trajanju suše tijekom vegetacijske sezone. Vodni stres tijekom faze vegetativnog rasta reducira lisnu površinu, razvoj nadzemnih organa i korijena te visinu biljke. U fazi inicijacije gomolja stres uslijed nedostatka vode uzrokuje smanjenje broja formiranih gomolja po biljci što rezultira s manjim brojem većih gomolja na kraju vegetacije. Stres u fazi nalijevanja gomolja reducira prinos i kvalitetu gomolja krumpira. U toj fazi javljaju se deformacije gomolja u vidu pukotina i nepravilnih oblika gomolja, povećava se postotak gomolja sitnije frakcije i smanjuje se specifična gustoća gomolja. Nedostatak vode tijekom faze zriobe ne samo da reducira prinos već skraćuje dormantnost, reducira specifičnu gustoću i povećava sadržaj reducirajućih šećera u gomolju krumpira. Uslijed faze zriobe suho tlo može dovesti do dehidracije gomolja i povećati njihovu osjetljivost na modrice. Nasuprot tome, Iqbal i sur. (1999) navode da nedostatak vode u fazi cvatnje te u ranoj fazi nalijevanja gomolja bitno reducira prinos, dok pojava nedostatka vode tijekom faze zrelosti značajno ne smanjuje prinos.

Pereira i Schock (2006) također navode da je važno vrijeme u kojem nastaje stres uslijed nedostatka vode. Stres prije inicijacije gomolja nema štetno djelovanje na kvalitetu gomolja, dok stres u kasnijoj fazi nalijevanja reducira specifičnu gustoću gomolja, prinos i strukturu prinosa, izaziva sekundarni rast, pukotine gomolja i ostale deformacije u gomolju kao što su smeđe mrlje, šuplje srce, i osjetljivost gomolja na modrice i nekroze. Manjak vode za 10% od optimalne količine potrebne tijekom vegetacijske sezone može utjecati na smanjenje prinosa gomolja krumpira.

Haverkort i sur. (1990) izložili su biljke krumpira ranoj suši i utvrđivali su broj stabljika, stolona i formiranih gomolja. Autori navode da vodni stres nakon nicanja i tijekom inicijacije gomolja reducira broj stolona po stabljici, ali broj gomolja po stolonu ostaje nepromijenjen kod kultivara Radosa ili se povećao kod kultivara Bintje. Vodni stres u kasnijim fazama nije utjecao na broj stolona niti na broj formiranih gomolja po stolonu.

MacKerron i Jefferies (1986) navode da vodni stres u fazi nicanja (50% nikulih biljaka) direktno reducira broj gomolja po stabljici. Autori također navode značajnu negativnu

korelaciju između broja gomolja formiranih po stabljici i broja dana s vrijednošću vodnog potencijala tla < -25 kPa.

Stres uslijed nedostatka vode i visokih temperatura u fazi pune tuberizacije krumpira rezultira smanjenjem prinosa i do 50% te fiziološkim defektima gomolja posebno njihovog ranog klijanja u polju. Negativni učinak vodnog stresa uslijed povoljnih temperaturnih uvjeta za razvoj biljaka rezultira smanjenjem prinosa do 35% te pojavom fizioloških defekata u manjoj mjeri. Utjecaj visokih temperatura u uvjetima optimalne vlažnosti za biljku rezultira smanjenjem prinosa do 25%, ali i najvećim postotkom (60% ukupnog prinosa) fizioloških defekata gomolja krumpira (Rykaczewska, 2004). Thornton (2002) navodi da stres uslijed nedostatka vode i visokih temperatura negativno utječe na razvoj biljke i ograničava translokaciju šećera u gomolje krumpira. Pojava vodnog stresa u fazi nalijevanja gomolja rezultira nižim prinosisima i kvalitetom te nižom specifičnom gustoćom gomolja.

Smanjenje količine oborina i nejednolika distribucija oborina tijekom vegetacije predstavlja glavni razlog postizanja nejednolikih prinosa i kvalitete gomolja krumpira. Distribucija oborina tijekom nalijevanja gomolja značajno utječe na karakteristike kvalitete gomolja: pojavu krastavih lezija i smeđih mrlja u gomolju krumpira. Nedostatak vode u periodu između trećeg i šestog tjedna nakon tuberizacije najviše ograničava prinos gomolja krumpira (Gluska, 2004).

Dva faktora koji u najvećoj mjeri definiraju kvalitetu krumpira su koncentracija suhe tvari i struktura prinosa gomolja (distribucija gomolja po veličini). Koncentracija suhe tvari povećava se tijekom vegetacije od oko 10% u fazi inicijacije gomolja do 15-25% kod berbe gomolja. Na koncentraciju suhe tvari utječe niz faktora kao što su: dužina vegetacije, kultivar, prosječna temperatura tijekom vegetacije i pristupačnost vode naročito u periodu pred kraj vegetacije. Oštra suša reducira žetveni indeks i u tim uvjetima manja je koncentracija suhe tvari u odnosu na usjeve koji se uzgajaju do pune zriobe. Umjerena suša na kraju vegetacije obično dovodi do povećanja koncentracije suhe tvari. Distribucija veličine gomolja ovisi o prinosu i broju gomolja po m^2 tj. o broju stabljika po m^2 i broju gomolja po stabljici. Broj stabljika neovisan je o pristupačnosti vode tijekom vegetacije i determiniran je faktorima kao što su: kultivar, veličina gomolja i fiziološka starost sjemenskog gomolja. Veći sjemenski gomolj daje više stabljika po biljci, a optimalnom vlažnošću tla ostvaruje se veći broj gomolja po stabljici (DeBlonde i sur., 1999).

Karafyllidis i sur. (1996) istraživali su utjecaj vodnog stresa na prinos gomolja krumpira u uvjetima četiri različite razine vodnog potencijala u tlu (0,7; 1,9; 3,4 i 7,8 atm.). U uvjetima nedovoljne vlažnosti tla smanjen je prinos, broj i veličina gomolja krumpira. Stres

uslijed nedostatka vode skratio je period vegetacije za 1-4 tjedna te period dormantnosti za 2-8 tjedana. Sadnjom gomolja koji su tijekom vegetacije bili izloženi vodnom stresu dobivene su biljke sa 20% manje stabljika, 24-33% manjeg prinosa, 18-22% manje gomolja i 19-22% manje gomolja odgovarajuće frakcije u usporedbi s gomoljima proizvedenim u uvjetima optimalnog vodnog režima.

Nedostatak vode najviše ograničava rast gomolja i tržišni prinos koji je definiran ne samo ukupnim prinosom gomolja već i proporcijom gomolja po veličini. Veličina gomolja zavisi o ukupnom prinosu gomolja i broju gomolja, ali i varira ovisno o vremenu, intenzitetu i trajanju perioda suše. Ako period suše nastupi u fazi inicijacije gomolja, postići će se gomolji krupnije frakcije, a ako period suše nastupi u fazi nalijevanja gomolja, gomolji će biti sitnije frakcije (Fabeiro i sur., 2001).

Broj gomolja je reduciran ako nedostatak vode nastupi vrlo rano tijekom vegetacijske sezone u vrijeme ili prije faze inicijacije gomolja (Shock i sur., 1992). Deblonde i Ledent (2001) navode da na broj formiranih gomolja kod ranih kultivara negativno utječe pojava suše koja nastaje ranije u vegetacijskoj sezoni dok kod srednje-kasnih kultivara na broj formiranih gomolja utječe i pojava suše sredinom vegetacije. Utjecaj nedostatka vode na broj formiranih gomolja tijekom faze zriobe zavisi od kultivara (Levy, 1983), godine i vremena sadnje (Miller i Martin, 1985).

Kultivari se međusobno razlikuju po otpornosti na sušu obzirom na postignuti prinos i količinu formiranih gomolja. Tolerantnost kultivara na sušu razlikuje se ovisno o vremenu nastanka suše tijekom vegetacije. Kratkotrajni periodi suše ranije u vegetaciji (sredinom lipnja) najviše utječu na rane kultivare koji u tom periodu najviše translociraju suhu tvar u gomolje. Periodi suše kasnije tijekom vegetacije negativno se odražavaju na srednje kasne i kasne kultivare. Općenito govoreći, kasniji kultivari pokazuju veću tolerantnost na kratkotrajne periode suše tijekom vegetacije u usporedbi s ranim kultivarima krumpira (Vreugdenhil i sur., 2007).

DeBlonde i sur. (1999) navode da tolerantnost kultivara krumpira na sušu ovisi uglavnom o vremenu nastanka suše tijekom vegetacije i trajanju vegetacije pojedinih kultivara. Rani kultivari tolerantniji su na period suše koji se javlja kasnije u vegetaciji, dok su kasni kultivari tolerantniji na nedostatak vode koji nastaje ranije u vegetaciji. Žetveni indeks reduciran je periodom suše što ukazuje da je žetveni indeks jedan od faktora koji utječe na prinos što su utvrdili i Spitters i Schapendonk (1990).

Različita učinkovitost kultivara u iskorištenju vode u uvjetima određene CO₂ koncentracije je povezana s razlikama u provodljivosti puči (Vos i Groenwold, 1989 a; 1989

b). Veća učinkovitost kultivara nađena je u uvjetima povećanog volumnog udjela CO₂ u zraku zato što takvi uvjeti rezultiraju povećanjem intenziteta fotosinteze u listu krumpira te nižoj provodljivosti puči za proces transpiracije (Lawson i sur., 2001). U uvjetima osrednje suše, proces transpiracije je više reduciran od procesa fotosinteze što rezultira u 33% većoj učinkovitosti iskorištenja vode od strane kultivara. Asimilacija CO₂ povezana je s gubitkom vode procesom transpiracije i utvrđena je linearan odnos između produkcije krumpira i iskorištenja vode (Shalhevet i sur., 1983; Feddes, 1987).

3. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Temeljem pregleda literature formirane su hipoteze kako slijedi.

Višekratna folijarna primjena gnojiva na bazi magnezijevog sulfata, bora i mangana, kalcija i aminokiselina može utjecati na:

1. povećanje produktivnosti usjeva – prinosa i broja gomolja, strukture prinosa i sadržaja suhe tvari gomolja krumpira.
2. bolju kvalitetu i mineralni sastav gomolja krumpira.
3. prinos, sadržaj suhe tvari i koncentraciju dušika nadzemnog dijela biljke.
4. povećanje sadržaja klorofila i intenziteta fotosinteze.
5. povećanje tolerantnosti usjeva na sušu te na smanjenje intenziteta pojave smeđih mrlja.

Sukladno gore navedenim hipotezama, ciljevi istraživanja su utvrditi utjecaj višekratne folijarne primjene gnojiva na bazi magnezijevog sulfata, bora i mangana, kalcija i aminokiselina na:

1. prinos i broj gomolja, strukturu prinosa i sadržaj suhe tvari gomolja krumpira u poljskim uvjetima i u uvjetima plastenika.
2. mineralni sastav gomolja krumpira u poljskim uvjetima i u uvjetima plastenika (postotak dušika, fosfora, kalija, kalcija, magnezija).
3. prinos, sadržaj suhe tvari i koncentraciju dušika nadzemnog dijela biljke u uvjetima plastenika
4. sadržaj klorofila i intenzitet fotosinteze u listu krumpira u uvjetima plastenika.
5. prinos, strukturu prinosa i kvalitetu gomolja (intenzitet pojave smeđih mrlja) u uvjetima stresa suše.
6. sadržaj klorofila u uvjetima stresa suše.

4. MATERIJALI I METODE

4.1. Poljski pokusi

4.1.1. Agrotehnika

Poljski pokusi na krumpiru provedeni su na obiteljskom gospodarstvu u Belici blizu Čakovca tijekom vegetacijske sezone 2004. i 2005. Provedena je strojna sadnja naklijalog gomolja krumpira kultivara Courage 28. travnja 2004. te 29. travnja 2005. s razmacima između redova od 75 cm, a u redu 33 cm.

Osnovne karakteristike tla prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Osnovne karakteristike tla u poljskom pokusu.

pH vrijednost		%	AL-mg/100g	
H ₂ O	n KCl	humus	P ₂ O ₅	K ₂ O
6,29	5,14	1,47	16,7	15,1

Osnovna gnojidba tla provedena je s 700 kg ha⁻¹ NPK 7:20:30 i 200 kg ha⁻¹ KAN-a prije sadnje te prihrana s 150 kg ha⁻¹ KAN-a.

4.1.2. Tretmani

Poljski pokusi s tri tretmana folijarne gnojidbe (Epsa Salt, Drin i Stopit) te kontrolom (bez primjene folijarnih gnojiva) provedeni su u četiri ponavljanja po shemi slučajno-bloknog rasporeda. Svaka osnovna parcela sastojala se od 8 redova krumpira, površine 60 m². Epsa Salt predstavlja magnezij-sulfatno gnojivo (16% MgO, 13% SO₄) sa 1% B i 1% Mn. Drin je fiziološki biostimulator koji sadrži L-alfa aminokiseline 39% (alanin, arginin, asparginska kiselina, cistein, glutaminska kiselina, metionin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan) i poboljšivače (0,016% folne kiseline i 0,86% N-acetil-tiazolidin-4 ugljična kiseline). Stopit predstavlja 16,8%-tni CaO. Gnojidba folijarnim tretmanima provedena je u pet navrata, u intervalima od desetak dana, u periodu od početka formiranja gomolja do faze fiziološke zrelosti prema uputama proizvođača (Epsa Salt u dozi od 25 kg ha⁻¹, Drin 0,5 L ha⁻¹ te Stopit u dozi od 10 L ha⁻¹) uz utrošak vode od 300 L ha⁻¹.

4.1.3. Temperature i oborine

Podaci o temperaturama i oborinama tijekom dvogodišnjeg istraživanja dani su u tablicama 2. i 3. Iz podataka je vidljivo da su prosječne minimalne i maksimalne temperature tijekom vegetacijskih sezona 2004. i 2005. bile vrlo slične i iznosile 10,5 °C i 22,4 °C. Tijekom vegetacijske sezone 2004. ukupna količina oborina u razdoblju od 01. travnja do 30. rujna iznosila je 428 mm. Najmanja količina oborina zabilježena je tijekom svibnja (39,9 mm), a najveća u lipnju (114,1 mm).

U vegetacijskoj sezoni 2005. količina oborina bila je veća za 16% i iznosila je 509,1 mm. Tijekom lipnja zabilježeno je svega 43,5 mm oborina, a najveća količina zabilježena je u srpnju i iznosila je 124,0 mm.

Tablica 2. Srednja minimalna i maksimalna temperatura i količina oborina u Belici tijekom vegetacijske sezone 2004.

Mjesec	Dekada	Temperatura °C		Oborine (mm)
		Minimalna	Maksimalna	
Travanj	I	4,6	14,4	53,7
	II	6,1	13,7	34,6
	III	6,6	19,4	5,5
	I-III	<u>5,8</u>	<u>15,8</u>	<u>93,8</u>
Svibanj	I	7,8	19,1	22,3
	II	6,8	20,0	9,1
	III	7,0	20,4	8,5
	I-III	<u>7,2</u>	<u>19,8</u>	<u>39,9</u>
Lipanj	I	11,8	23,0	12,9
	II	12,6	23,6	43,0
	III	12,9	24,7	58,2
	I-III	<u>12,4</u>	<u>23,8</u>	<u>114,1</u>
Srpanj	I	13,4	26,4	43,4
	II	12,4	25,5	3,1
	III	14,8	26,1	4,3
	I-III	<u>13,5</u>	<u>26,0</u>	<u>50,8</u>
Kolovoz	I	14,8	27,9	16,1
	II	15,7	28,5	5,8
	III	11,5	24,7	41,4
	I-III	<u>14,0</u>	<u>27,0</u>	<u>63,3</u>
Rujan	I	10,2	23,0	1,4
	II	8,2	22,9	23,7
	III	9,3	19,0	41,0
	I-III	<u>14,0</u>	<u>27,0</u>	<u>63,3</u>
Prosjeck/Suma		10,4	22,3	428

Tablica 3. Srednja minimalna i maksimalna temperatura i količina oborina u Belici tijekom vegetacijske sezone 2005.

Mjesec	Dekada	Temperatura °C		Oborine (mm)
		Minimalna	Maksimalna	
Travanj	I	2,1	16,2	34,2
	II	6,6	15,5	46,0
	III	5,9	18,5	15,4
	I-III	<u>4,8</u>	<u>16,7</u>	<u>95,6</u>
Svibanj	I	7,1	19,6	20,5
	II	7,7	19,5	29,4
	III	11,0	26,2	0,3
	I-III	<u>8,6</u>	<u>21,8</u>	<u>50,2</u>
Lipanj	I	9,9	20,5	11,8
	II	12,2	26,1	4,6
	III	14,6	29,5	27,1
	I-III	<u>12,2</u>	<u>25,3</u>	<u>43,5</u>
Srpanj	I	12,5	23,4	67,0
	II	15,7	26,8	36,4
	III	15,9	28,1	20,6
	I-III	<u>14,7</u>	<u>26,1</u>	<u>124,0</u>
Kolovoz	I	11,7	23,4	20,5
	II	12,9	23,1	59,3
	III	14,4	24,4	32,5
	I-III	<u>13,0</u>	<u>23,6</u>	<u>112,3</u>
Rujan	I	12,3	25,7	6,3
	II	11,2	20,6	38,3
	III	8,7	19,6	38,9
	I-III	<u>10,7</u>	<u>22,0</u>	<u>83,5</u>
Prosjeck/Suma		10,7	22,6	509,1

4.1.4. Uzorkovanje biljnog materijala za određivanje prinosa i kemijskog sastava

Nakon 100 dana vegetacije uslijedila je berba usjeva. Za određivanje prinosa, strukture prinosa gomolja po težini te kvalitativnih svojstava gomolja (sadržaj suhe tvari, koncentracija dušika, fosfora, kalija, kalcija, magnezija) uzimani su uzorci s dvadeset sadnih mjesta u dva srednja reda u svakoj osnovnoj parceli.

4.2. Pokusi u plasteniku

Pokusi su izvedeni u plasteniku Zavoda za ukrasno bilje, krajobraznu arhitekturu i vrtnu umjetnost, Agronomskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu tijekom vegetacijske sezone 2006. i 2007.

4.2.1. Agrotehnika

Sadnja naklijalih gomolja, srednje-kasne sorte Courage, veličine 28-35 mm, provedena je u vegetacijske posude (obujma 25 L) 01. svibnja 2006. odnosno 19. ožujka 2007. Posude su bile ispunjene mješavinom tla i perlita (Agroperl G) u masenom omjeru 3:1. Tlo je dopremljeno iz Belice, a osnovne karakteristike tla prikazane su u tablici 4.

Tablica 4. Osnovne karakteristike tla u pokusu.

pH vrijednost		%	AL-mg/100g	
H ₂ O	n KCl	humus	P ₂ O ₅	K ₂ O
6,35	5,04	1,30	16,50	8,90

Osnovna gnojidba, preračunata po vegetacijskoj posudi, provedena je s 700 kg ha⁻¹ NPK 7:20:30 i 250 kg ha⁻¹ KAN prije sadnje. Tijekom vegetacije provedena je prihrana s 100 kg KAN ha⁻¹.

4.2.2. Tretmani

Pokusi s tri tretmana folijarne gnojidbe (Epsa Salt, Drin i Megagreen) te kontrolom (bez primjene folijarnih gnojiva) u tri ponavljanja provedeni su po shemi slučajno-bloknog rasporeda. Svaki gnojidbeni tretman bio je predstavljen s ukupno šest biljaka u šest vegetacijskih posuda. Megagreen predstavlja prirodno mineralno gnojivo dobiveno nanotehnološkom aktivacijom kalcita, a sadrži 44% CaO, 9% SiO₂, 2% MgO, 1% Fe₂O₃ te mikroelemente u tragovima. Biljke su navodnjavane sustavom kapanja. Folijarna gnojiba provedena je 50, 60, 70, 80 i 90 dana nakon sadnje (DNS), tj od faze inicijacije gomolja do faze fiziološke zrelosti, prema uputama proizvođača (Epsa Salt u dozi od 25 kg ha⁻¹, Drin 0,5 L ha⁻¹ i Megagreen u dozi od 2 kg ha⁻¹) uz utrošak vode od 300 L ha⁻¹ što je bilo preračunato za primjenu po površini posuda.

4.2.3. Kontrola temperature i vlage zraka

Mjerenje temperature i relativne vlage zraka provedeno je svakodnevno tijekom vegetacije pomoću elektronskog termo-higrometra (model THG312, Oregon Scientific). Podaci mjerenja tijekom vegetacijske sezone 2006. i 2007. dani su u tablicama 5. i 6. Iz njih se vidi da je tijekom vegetacijske sezone 2006. srednja minimalna temperatura zraka u plasteniku iznosila 14,3 °C, a srednja maksimalna temperatura 39,4 °C. Snižavanje temperature u periodu srpanj-kolovoz osigurano je zasjenjivanjem plastenika s mrežom. Tijekom vegetacijske sezone 2006. srednja minimalna vlaga iznosila je 25,0%, dok je srednja maksimalna vlaga iznosila 93,0%. Tijekom vegetacijske sezone 2007. srednja minimalna temperatura u plasteniku bila je za 37% niža u odnosu na vegetacijsku sezonu 2006. i iznosila je 8,9 °C. Srednja maksimalna temperatura zraka u plasteniku tijekom vegetacijske sezone 2007. iznosila je 34,8 °C. Srednja minimalna vlaga u 2007. iznosila je 24,1% dok je srednja maksimalna vlaga zraka iznosila 95,0%.

Tablica 5. Srednja minimalna i maksimalna temperatura i relativna vlaga zraka u plasteniku tijekom vegetacijske sezone 2006.

Mjesec	Dekada	Temperatura zraka °C		Relativna vlaga zraka %	
		Minimalna	Maksimalna	Minimalna	Maksimalna
Svibanj	I	10,0	34,0	22,5	91,9
	II	11,7	36,7	24,8	94,1
	III	10,9	33,0	23,1	92,5
	<u>I-III</u>	<u>10,9</u>	<u>34,6</u>	<u>23,5</u>	<u>92,8</u>
Lipanj	I	9,5	30,8	31,5	91,0
	II	15,1	41,5	24,6	95,0
	III	18,7	45,1	22,4	93,5
	<u>I-III</u>	<u>14,4</u>	<u>39,1</u>	<u>26,2</u>	<u>93,2</u>
Srpanj	I	17,1	43,0	25,4	88,7
	II	15,8	44,2	26,6	90,1
	III	17,7	47,5	15,4	92,0
	<u>I-III</u>	<u>16,9</u>	<u>44,9</u>	<u>22,5</u>	<u>90,3</u>
Kolovoz	I	14,8	38,8	27,7	95,2
Prosjeck		14,3	39,4	25,0	93,0

Tablica 6. Srednja minimalna i maksimalna temperatura i relativna vlaga zraka u plasteniku tijekom vegetacijske sezone 2007.

Mjesec	Dekada	Temperatura zraka °C		Relativna vlaga zraka %	
		Minimalna	Maksimalna	Minimalna	Maksimalna
Ožujak	III	2,5	28,7	25,5	95,9
Travanj	I	3,3	33,1	21,9	95,5
	II	6,1	33,9	20,8	93,7
	III	7,1	35,4	21,9	90,8
	I-III	<u>5,5</u>	<u>34,1</u>	<u>21,5</u>	<u>93,3</u>
Svibanj	I	9,7	33,4	28,6	93,9
	II	10,3	35,6	22,7	94,6
	III	13,7	39,9	24,0	96,3
	I-III	<u>11,2</u>	<u>36,3</u>	<u>25,1</u>	<u>94,9</u>
Lipanj	I	13,4	38,1	29,6	97,2
	II	15,7	39,8	23,2	95,8
	III	20,0	41,8	20,1	94,1
	I-III	<u>16,4</u>	<u>39,9</u>	<u>24,3</u>	<u>95,7</u>
Prosjeck		8,9	34,8	24,1	95,0

4.2.4. Mjerenje indeksa sadržaja klorofila i intenziteta fotosinteze

U periodu od početka formiranja gomolja (50 DNS) pa sve do faze fiziološke zrelosti (90 DNS), u intervalima od pet dana, provedena su mjerenja indeksa sadržaja klorofila u listu krumpira pomoću aparata CCM 200 i intenziteta fotosinteze pomoću LCpro aparata (ADC, Bio Scientific Ltd. Velika Britanija). Mjerenja su provedena na najmlađem, u potpunosti razvijenom listu na tri biljke po tretmanu. Na svakoj biljci izvršena su tri mjerenja.

Slika 1. Uređaj za mjerenje indeksa sadržaja klorofila u listu (CCM 200).



Slika 2. Uređaj za mjerenje intenziteta fotosinteze u listu (LC pro).



Intenzitet fotosinteze mjereno je dva puta tijekom dana, tj. u dva dnevna maksimuma intenziteta fotosinteze. Prvi dnevni maksimum bio je u vremenu od 10:00-12:00 sati, a drugi od 14:00-16:00 sati. Mjerenja su izvedena na listu površine $6,25 \text{ cm}^2$, što odgovara veličini širokolisne lisne komore. Mjerenje intenziteta fotosinteze u vegetacijskoj sezoni 2006. izvršeno je pod konstantnim uvjetima osvjetljenja ($\text{PAR } 911 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) i koncentracije CO_2 ($380 \mu\text{mol mol}^{-1}$ zraka). U vegetacijskoj sezoni 2007. mjerenje intenziteta fotosinteze provedeno je također kod konstantnih vrijednosti osvjetljenja ($\text{PAR } 880 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) i koncentracije CO_2 ($390 \mu\text{mol mol}^{-1}$ zraka).

4.2.5. Uzorkovanje biljnog materijala

Tijekom vegetacije za ocjenu učinkovitosti folijarne primjene na prinos, koncentraciju dušika i sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela, uzimani su uzorci od jedne biljke 70 i 80 DNS, tj. nakon 2. odnosno 3. tretiranja folijarnim gnojivima. U istim uzorcima izvršeno je brojanje gomolja te je utvrđivan prinos, koncentracija dušika i sadržaj suhe tvari gomolja.

Uzorke biljnog materijala (lisna plojka) za određivanje fotosintetskih pigmenta činili su najmlađi, ali u potpunosti razvijeni listovi uzimani s tri biljke po tretmanu. Uzorkovanje je izvedeno dva puta tijekom vegetacije, 70 i 80 DNS tj. nakon drugog i trećeg tretiranja folijarnim gnojivima. Homogeni uzorci plojke lista krumpira dobiveni su uzimanjem dva lista sa svake biljke tj. dva kružna isječka sa svakog lista. Prikupljeni uzorci čuvani su u hladnjaku sve do uzimanja u analitički postupak. Sadržaj klorofila *a* i *b*, ukupnih klorofila (*a+b*) te karotenoida određivan je metodom ekstrakcije sa 80% acetonom (Lichtenthaler i Welburn, 1983).

Završna berba pokusa obavljena je 100 DNS. Za određivanje kvantitativnih i kvalitativnih svojstava gomolja uzete su tri biljke po tretmanu. Od kvantitativnih svojstava određivan je prinos gomolja, broj gomolja i struktura gomolja po broju i težini. Od kvalitativnih svojstava određivan je sadržaj suhe tvari i mineralni sastav gomolja krumpira (koncentracija dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija).

Stres nedostatka vode na jednoj vegetacijskoj posudi po svakom tretmanu izazvan je prekidom navodnjavanja 90 dana nakon sadnje u fazi pune tuberizacije. Drugog (92 DNS) i šestog (96 DNS) dana nakon izlaganja biljaka stresu određivan je indeks sadržaja klorofila u listu pomoću aparata CCM 200 (ADC, Bio Scientific Ltd. Velika Britanija). Nakon 20 dana izlaganja biljaka vodnom stresu provedeno je određivanje prinosa gomolja, broja gomolja po veličini te broja gomolja sa smeđim mrljama.

4.3. Analize tla i biljnog materijala

Uzorci tla za osnovne analize uzeti su prije postavljanja pokusa u obje godine. Uzorci tla uzeti su i nakon berbe. Uzorci su prosušeni na sobnoj temperaturi te samljeveni i prosijani kroz sito promjera otvora < 2,0 mm. U pripremljenim uzorcima izvršeno je očitavanje reakcije tla (pH vrijednost) u suspenziji tla s vodom i 1 M KCl potenciometrijski na pH metru s kombiniranim elektrodom. U uzorcima tla određivan je sadržaj humusa metodom titracije po Tjurinu te sadržaj P_2O_5 i K_2O sa AL- metodom po Egner, Riehm, Domingu. Sadržaj P_2O_5 očitavan je na spektrofotometru, a sadržaj K_2O na plamenfotometru.

U biljnom materijalu uzetom 70 i 80 DNS određivan je sadržaj klorofila te karotenoida metodom ekstrakcije s 80% acetonom (Lichtenthaler i Welburn, 1983). Uzorci biljnog materijala uzimani su s najmlađih, ali potpuno razvijenih listova s tri biljke po tretmanu. Sa svake biljke uzimane su dvije lisne plojke. Sa središnjeg dijela plojke s lijeve i desne strane lista uzimani su kružni isječki. Nakon homogenizacije biljnog materijala i centrifugiranja ekstrakta izvršeno je očitavanje apsorpcije na spektrofotometru za klorofil *a*, klorofil *b* i karotenoide pri odgovarajućim valnim duljinama svjetlosnog spektra. Prema formulama Lichtenthalera i Welburna izračunate su koncentracije pigmenta u ekstraktu u mikrogramima po mililitru te količina pigmenta u miligramima po gramu svježje mase biljnog materijala.

Određivanje sadržaja suhe tvari nadzemnog dijela provedeno je 70 DNS i 80 DNS (nakon primjene drugog odnosno trećeg folijarnog tretmana), a sadržaj suhe tvari gomolja tri puta u vegetaciji (70, 80 DNS i u fazi tehnološke zrelosti 100 DNS). Sadržaj suhe tvari određivan je sušenjem biljnog materijala pri 75 °C 48 sati, a zatim na 105 °C do konstantne

mase. Digestija apsolutno suhog uzorka biljnog materijala provedena je pomoću MLS 1200 mega MICROWAVE sustava. Postotak ukupnog dušika određen je Kjeldahl metodom (AOAC, 1975), a sadržaj fosfora spektrofotometrijski pri 435 nm koristeći PU 8600 UV/VIS spektrofotometar uz dodatak meta vanadata i amonijeva molibdata (Jackson, 1958). Sadržaj kalija određen je plamenfotometrijski na aparatu Jenway PFP7, a sadržaj kalcija i magnezija atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (AAS) na aparatu PU 9100X.

4.4. Statističke metode

Pokusi s tri tretmana folijarne gnojidbe te kontrolnom varijantom u tri ponavljanja izvedeni su po shemi slučajno-bloknog rasporeda. Podaci su statistički bili obrađeni analizom varijance (ANOVA test) koristeći Genstat 7 Committee (2003) kompjutorski program. Za usporedbu prosječnih vrijednosti korišten je LSD test kada je F test bio signifikantan na razini $P \leq 0.05$.

5. REZULTATI

5.1. UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIVA NA RAST I RAZVOJ KRUMPIRA U POLJSKIM UVJETIMA

5.1.1. Prinos i sadržaj suhe tvari gomolja

U provedenom istraživanju utvrđen je značajan utjecaj vegetacijske sezone na prinos gomolja krumpira (tablica 7). U 2004. utvrđen je značajno veći prinos gomolja od 46,5 t ha⁻¹ u odnosu na 39,2 t ha⁻¹ utvrđene 2005.

Tablica 7. Rezultati analize varijance za prinos i sadržaj suhe tvari gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	Prinos	Sadržaj suhe tvari
Vegetacijska sezona (VS)	1	**	**
Tretman (T)	3	NS	NS
VS × T	3	**	NS

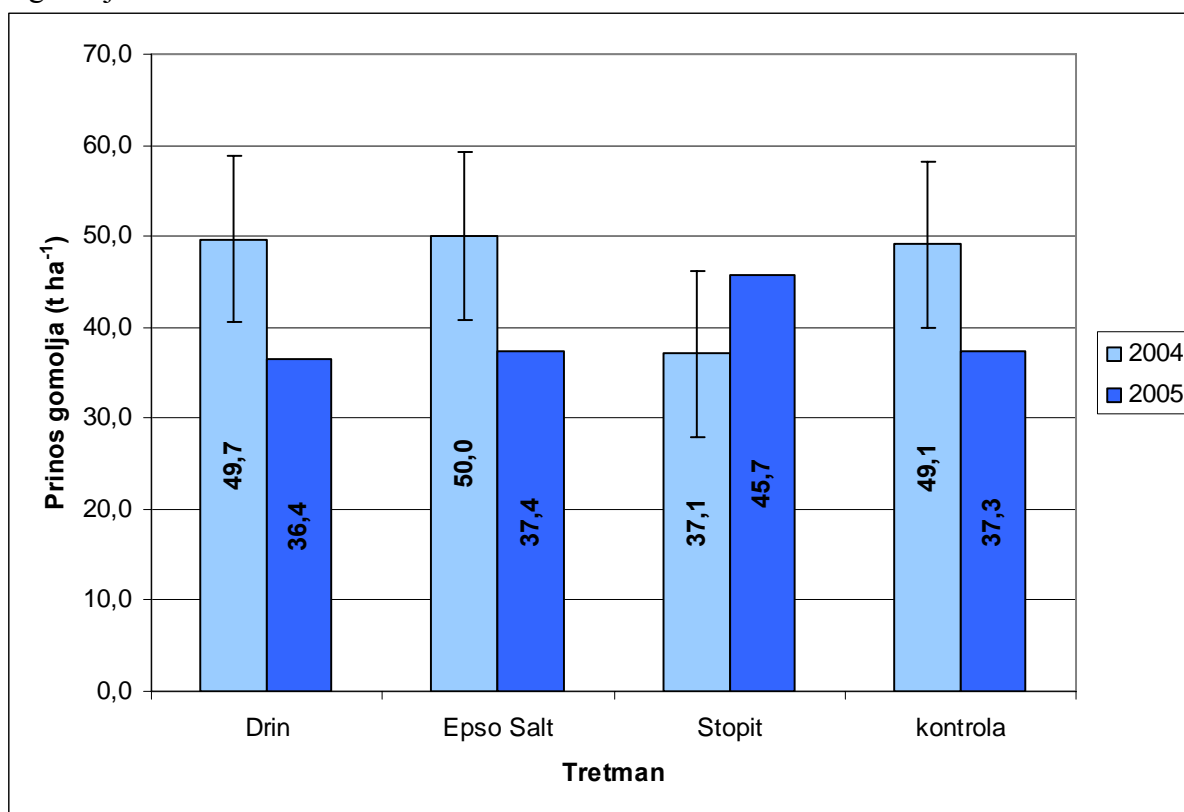
* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Za razliku od vegetacijske sezone, tretmani primijenjeni u istraživanju nisu imali značajan utjecaj na prinos gomolja krumpira, iako je tretman Stopit ostvario neznatno manji prinos gomolja od 41,4 t ha⁻¹ u odnosu na tretmane Epso Salt, Drin te kontrolu (43,7; 43,0 i 43,2 t ha⁻¹). Međutim, utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana što jasno upućuje na zaključak da su se tretmani međusobno značajno razlikovali po ostvarenom prinosu gomolja tijekom dvije vegetacijske sezone (grafikon 1). Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat djelovanja tretmana Stopit koji je u 2004. ostvario značajno najmanji prinos gomolja krumpira u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. U vegetacijskoj sezoni 2004. između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole nije utvrđena značajna razlika u prinosu gomolja krumpira. U 2005. situacija je bila obrnuta, naime tretman Stopit ostvario je najveći prinos gomolja krumpira, značajno veći od tretmana Drin. Između tretmana Stopit i tretmana Epso Salt i kontrola kao i između tretmana Drin, Epso Salt i kontrola nije utvrđena značajna razlika u prinosu gomolja u 2005.

Grafikon 1. Prinos gomolja krumpira folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2004. i 2005.



LSD 0,05 = 9,16 t ha⁻¹, barovi vrijede za usporedbu između tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira značajno je varirao ovisno o vegetacijskoj sezoni (tablica 7). U 2004. utvrđen je značajno veći sadržaj suhe tvari u gomolju i u prosjeku je iznosio 27,97% i bio veći za 18% u odnosu na sadržaj suhe tvari ostvaren u vegetacijskoj sezoni (23,04%) u 2005. godini.

Nije utvrđen značajan utjecaj tretmana na sadržaj suhe tvari gomolja krumpira iako je tretman Epso Salt ostvario najveći sadržaj suhe tvari od 26,29% u odnosu na 25,76% ostvarenih kod tretmana Drin i 25,83% kod kontrole. Najmanji, ali ne statistički opravdani sadržaj suhe tvari ostvario je tretman Stopit od 24,16%. Nije utvrđena ni signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana što ukazuje na činjenicu da su tretmani imali slične međusobne odnose u postignutom sadržaju suhe tvari u gomolju krumpira u obje vegetacijske sezone.

5.1.2. Struktura prinosa gomolja

Prema rezultatima analize varijance (tablica 8) vidljivo je da je vegetacijska sezona značajno utjecala na masu gomolja veličine 0-35 mm. U 2004. utvrđena je značajno veća masa gomolja veličine 0-35 mm i u prosjeku je iznosila 5,54 t ha⁻¹ u odnosu na 2005. u kojoj je utvrđeno 1,63 t ha⁻¹.

Utjecaj tretmana na masu gomolja navedene veličine nije bio značajan. Prosječna vrijednost mase gomolja veličine 0-35 mm za sve tretmane iznosila je 3,59 t ha⁻¹. Štoviše, nije utvrđena niti interakcija između vegetacijske sezone i tretmana, što jasno upućuje na zaključak da su međusobne razlike između tretmana u vrijednostima mase gomolja veličine od 0-35 mm bile slične u obje vegetacijske sezone.

Tablica 8. Rezultati analize varijance za strukturu prinosa gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	Masa gomolja		
		0-35 mm	35-55 mm	> 50 mm
Vegetacijska sezona (VS)	1	**	**	**
Tretman (T)	3	NS	NS	NS
VS × T	3	NS	NS	*

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Masa gomolja veličine 35-55 mm značajno je varirala obzirom na vegetacijsku sezonu (tablica 8). U 2004. utvrđena je značajno veća masa gomolja veličine 35-55 mm za 70% i u prosjeku je iznosila 19,93 t ha⁻¹ u odnosu na 5,93 t ha⁻¹ utvrđenih u 2005.

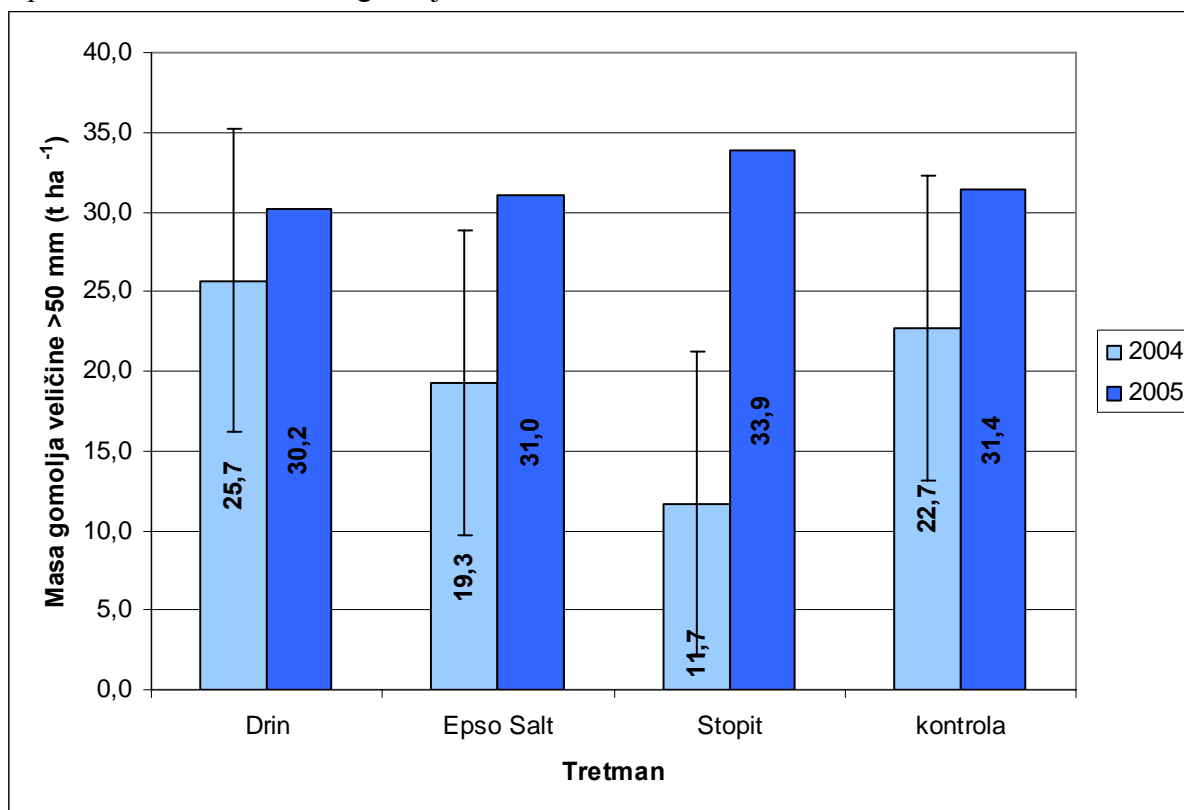
Masa gomolja veličine 35-55 mm nije značajno varirala pod utjecajem tretmana iako je tretman Stopit ostvario neznatno veće vrijednosti (14,75 t ha⁻¹) u odnosu na tretman Drin (11,50 t ha⁻¹) te tretmane Epso Salt (12,62 t ha⁻¹) i kontrolu (12,84 t ha⁻¹). Nadalje, odsustvo jednostruke interakcije između vegetacijske sezone i tretmana ukazuje da su tretmani slično reagirali u ostvarenoj masi gomolja veličine 35-55 mm u obje vegetacijske sezone.

Vegetacijska sezona značajno je utjecala na masu gomolja veličine >50 mm (tablica 8). Značajno veća masa gomolja navedene veličine utvrđena je u 2005. i u prosjeku je iznosila 31,6 t ha⁻¹ i bila veća za 37% u odnosu na masu gomolja utvrđenu u vegetacijskoj sezoni 2004. (19,9 t ha⁻¹).

Nije utvrđena značajna razlika u masi gomolja veličine >50 mm pod utjecajem tretmana primijenjenih u istraživanju. Tretman Drin ostvario je neznatno veću masu gomolja veličine >50 mm od 28,0 t ha⁻¹ u odnosu na kontrolu (27,0 t ha⁻¹), Epso Salt (25,2 t ha⁻¹) i

Stopit ($22,8 \text{ t ha}^{-1}$) no bez statistički opravdanih razlika. Međutim, utvrđena je signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana što ukazuje na zaključak da su se tretmani međusobno razlikovali po ostvarenoj masi gomolja veličine $>50 \text{ mm}$ tijekom dvije vegetacijske sezone (grafikon 2). U 2004. značajno manju masu gomolja veličine $>50 \text{ mm}$ ostvario je tretman Stopit u odnosu na tretmane Drin i kontrolu. Između tretmana Stopit i Epso Salt nije utvrđena značajna razlika iako je tretman Stopit ostvario manju masu gomolja navedene veličine za 39% u odnosu na tretman Epso Salt. U 2005. nije utvrđena značajna razlika u masi gomolja navedene veličine između svih tretmana primijenjenih u istraživanju. Što se tiče mase gomolja veličine $>50 \text{ mm}$ ostvarene pod utjecajem tretmana između različitih vegetacijskih sezona, tretmani Epso Salt, kontrola i Stopit ostvarili su značajno veću masu gomolja u vegetacijskoj sezoni 2005. u odnosu na 2004. Što se tiče tretmana Drin nije utvrđena značajna razlika u masi gomolja navedene veličine između 2004. i 2005.

Grafikon 2. Masa gomolja krumpira veličine $>50 \text{ mm}$ nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2004. i 2005.



LSD 0,05 = $9,55 \text{ t ha}^{-1}$, barovi vrijede za usporedbu između tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

5.1.3. Mineralni sastav gomolja

Prema rezultatima iz tablice 9. vegetacijska sezona nije značajno utjecala na koncentraciju dušika u gomolju krumpira. Prosječna koncentracija dušika u suhoj tvari gomolja krumpira za obje vegetacijske sezone iznosila je 1,55%.

Tablica 9. Rezultati analize varijance za mineralni sastav gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS	**	NS	**	**
Tretman (T)	3	*	**	NS	**	NS
VS × T	3	NS	NS	**	**	NS

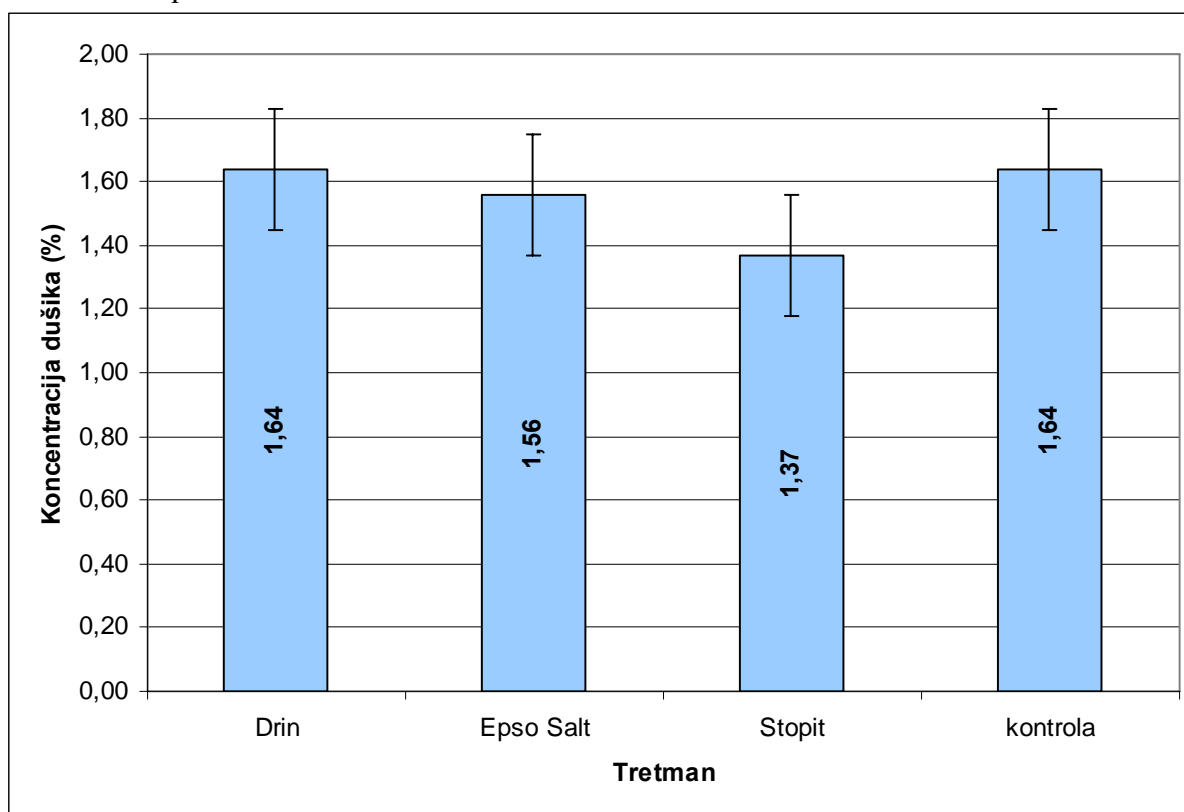
* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Prosječna koncentracija dušika signifikantno je varirala pod utjecajem tretmana primijenjenih u istraživanju (tablica 9). Značajno najmanja koncentracija dušika u gomolju krumpira od 1,37% utvrđena je kod tretmana Stopit u odnosu na preostala tri tretmana (grafikon 3). Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole kod kojih je utvrđena prosječna koncentracija dušika od 1,61%.

Grafikon 3. Prosječna koncentracija dušika u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom.

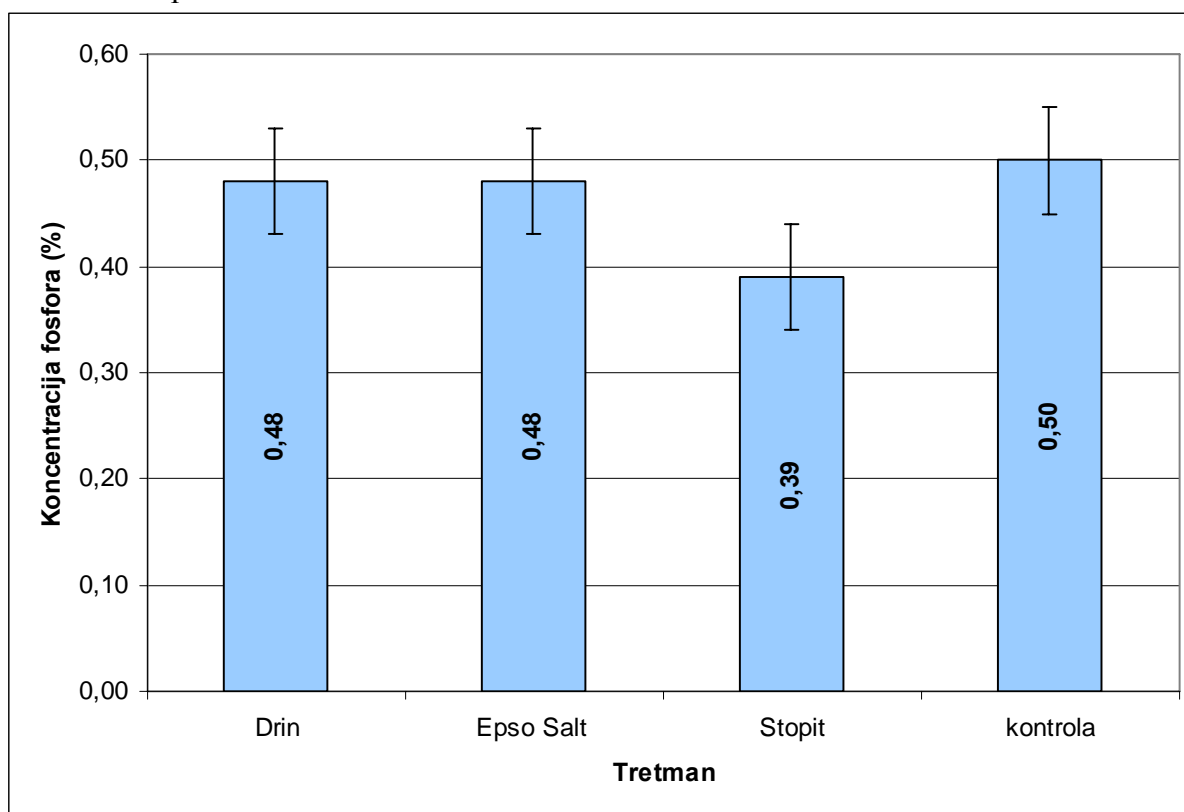


LSD 0,05 = 0,19%

Koncentracija fosfora u gomolju značajno je varirala obzirom na vegetacijsku sezonu (tablica 9). U 2005. koncentracija fosfora je prosječno iznosila 0,58% i bila veća za 40% od koncentracije fosfora utvrđene 2004. (0,35%).

Utvrđen je značajan utjecaj tretmana na koncentraciju fosfora u gomolju krumpira (tablica 9). Značajno najmanja koncentracija fosfora utvrđena je u tretmana Stopit (0,39%) u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu (grafikon 4). Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji fosfora između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole koja je u prosjeku iznosila 0,49%. Nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana što ukazuje na činjenicu da su tretmani imali slične međusobne odnose koncentracije fosfora u obje vegetacijske sezone.

Grafikon 4. Prosječna koncentracija fosfora u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom.

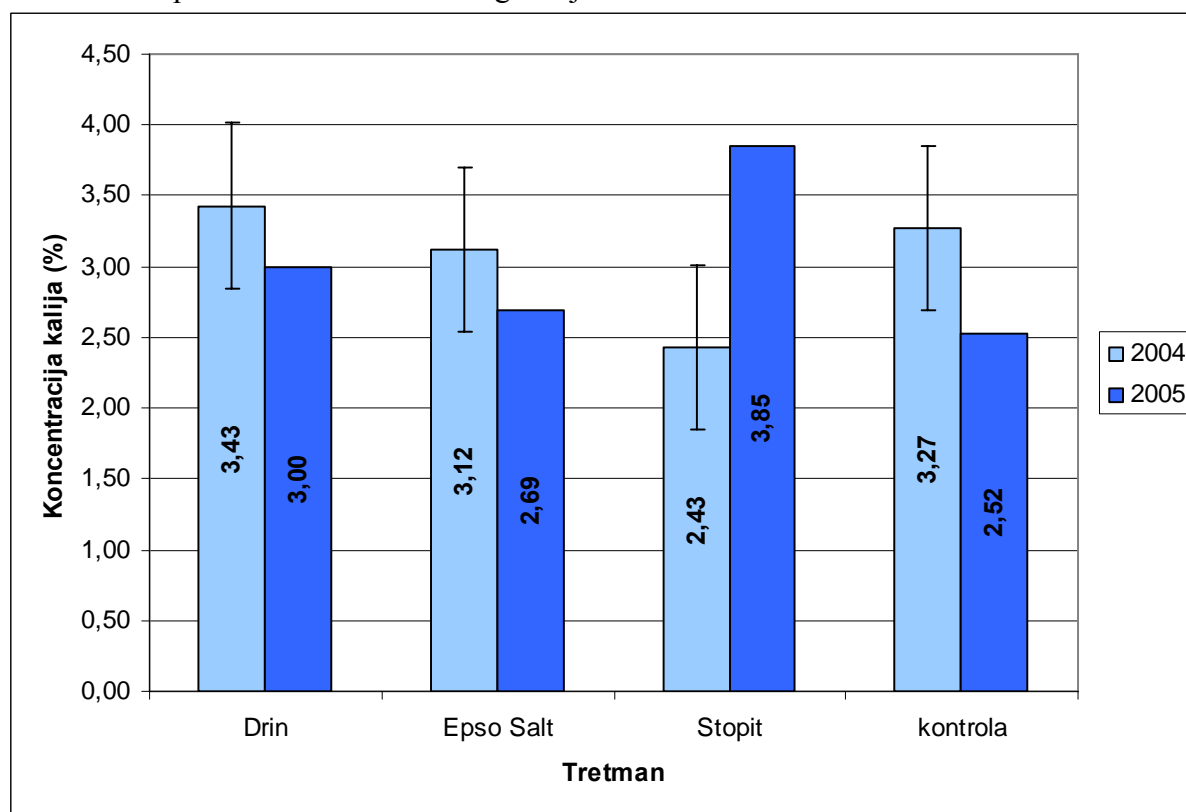


LSD 0,05 = 0,05%

Vegetacijska sezona nije značajno utjecala na koncentraciju kalija u gomolju krumpira koja je u prosjeku iznosila 3,04% (tablica 9).

Nadalje, nije utvrđen ni značajan utjecaj tretmana na koncentraciju kalija u gomolju krumpira iako su tretmani Drin i Stopit ostvarili neznatno veći sadržaj kalija od 3,22 i 3,14% respektivno u odnosu na tretmane Epso Salt i kontrolu (2,90%). Međutim, utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana što znači da je koncentracija kalija značajno varirala po tretmanima tijekom vegetacijskih sezona (grafikon 5). Ta interakcija najvećim dijelom je rezultat djelovanja tretmana Stopit koji je u 2004. ostvario značajno najmanju koncentraciju kalija u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. U 2005. situacija je bila obrnuta, tretman Stopit ostvario je najveću koncentraciju kalija u gomolju u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. Između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole nije ostvarena značajna razlika u koncentraciji kalija u vegetacijskim sezonama 2004. i 2005.

Grafikon 5. Prosječna koncentracija kalija u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2004. i 2005.



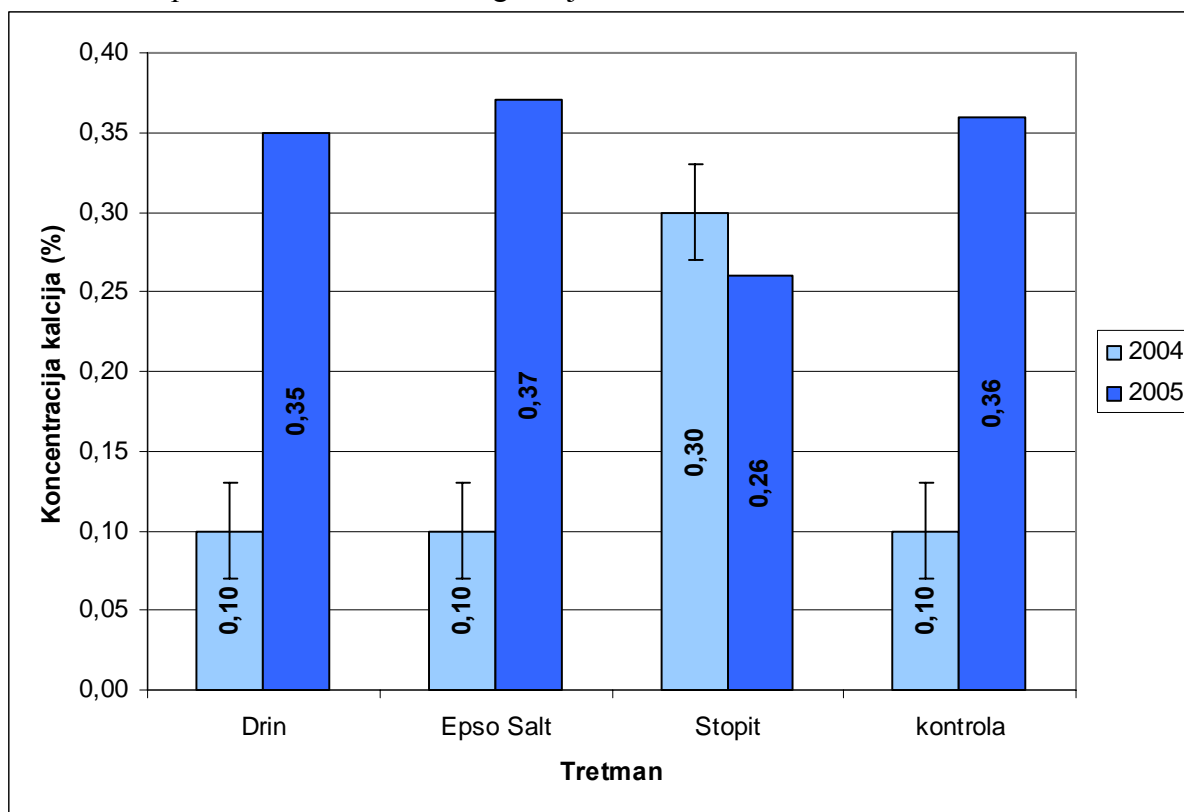
LSD 0,05 = 0,58%, barovi vrijede za usporedbu između tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija kalcija u gomolju krumpira značajno je varirala obzirom na vegetacijsku sezonu (tablica 9). Značajno veća koncentracija kalcija utvrđena je u 2005. i u prosjeku je iznosila 0,33% u odnosu na 0,20% utvrđenih u 2004.

Tretmani su značajno utjecali na koncentraciju kalcija u gomolju krumpira. Kod tretmana Stopit utvrđena je značajno najmanja koncentracija kalcija u gomolju od 0,14% u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. Tretmani Drin, Epso Salt i kontrola ostvarili su prosječno 0,19% kalcija i između tih tretmana nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji kalcija. Nadalje, koncentracija kalcija u gomolju značajno je varirala pod utjecajem tretmana u vegetacijskim sezonama na što ukazuje signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × tretman (grafikon 6). Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat djelovanja tretmana Stopit koji je u 2004. ostvario značajno najveću koncentraciju kalcija u gomolju krumpira u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. U 2004. između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji kalcija. U 2005. značajno najmanja koncentracija kalcija ostvarena je kod tretmana Stopit u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i

kontrolu. Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji kalcija između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole.

Grafikon 6. Prosječna koncentracija kalcija u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2004. i 2005.



LSD 0,05 = 0,03%, barovi vrijede za usporedbu između tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Vegetacijska sezona je značajno utjecala na koncentraciju magnezija u gomolju krumpira (tablica 9). U 2005. utvrđena je značajno veća koncentracija magnezija u gomolju i u prosjeku je iznosila 0,110% u odnosu na 2004. u kojoj je ostvarena koncentracija od 0,082%.

Koncentracija magnezija nije bila pod utjecajem tretmana primijenjenih u istraživanju. Prosječna vrijednost koncentracije magnezija kod svih tretmana iznosila je 0,100%. Štoviše, nije utvrđena niti interakcija između vegetacijske sezone i tretmana što jasno upućuje na zaključak da su tretmani slično reagirali u ostvarenoj koncentraciji magnezija u obje vegetacijske sezone.

5.2. UTJECAJ FOLIJARNIH GNOJIVA NA RAST I RAZVOJ KRUMPIRA U PLASTENIKU

5.2.1. Utjecaj folijarnih gnojiva na rast i razvoj nadzemnog dijela

5.2.1.1. Intenzitet fotosinteze i sadržaj klorofila u listu krumpira

Iz rezultata analize varijance za intenzitet fotosinteze (tablica 10) vidljivo je da je vegetacijska sezona značajno utjecala na intenzitet fotosinteze u listu krumpira. U 2006. prosječna vrijednost intenziteta fotosinteze iznosila je $9,41 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, dok je u 2007. ostvaren intenzitet fotosinteze od $3,99 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, što je za 58% manje u odnosu na 2006.

Tablica 10. Rezultati analize varijance za intenzitet fotosinteze u listu krumpira.

Izvori varijabiliteta	n-1	Intenzitet fotosinteze
Vegetacijska sezona (VS)	1	**
Dan nakon sadnje (DNS)	8	**
VS × DNS	8	**
Vrijeme mjerenja tijekom dana (V)	1	**
VS × V	1	NS
DNS × V	8	**
VS × DNS × V	8	**
Tretman (T)	3	*
VS × T	3	NS
DNS × T	24	*
V × T	3	NS
VS × DNS × T	24	NS
VS × V × T	3	NS
DNS × V × T	24	NS
VS × DNS × V × T	24	NS

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Intenzitet fotosinteze značajno je varirao u danima nakon sadnje krumpira (DNS). Značajno najveći intenzitet fotosinteze od $9,37 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ostvaren je 50 i 55 DNS. Intenzitet fotosinteze značajno se smanjio 60 i 65 DNS u odnosu na 50 i 55 DNS i iznosio je $6,81 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Nadalje, intenzitet fotosinteze se povećao tijekom 70 i 75 DNS u odnosu na 60-65 DNS i iznosio $7,07 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Potom se intenzitet fotosinteze 80 i 85 DNS ponovno smanjio i iznosio $5,04 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Značajno najmanji intenzitet

fotosinteze u odnosu na sva ostala mjerenja ostvaren je 90 DNS i iznosio je $3,78 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Međutim, utjecaj DNS na intenzitet fotosinteze bio je različit ovisno o vegetacijskoj sezoni (tablica 11) na što ukazuje signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times DNS. U vegetacijskoj sezoni 2006. zabilježeno je značajno variranje u intenzitetu fotosinteze. Najveći intenzitet fotosinteze zabilježen je tijekom 55 i 60 DNS. U vremenu od 65 DNS intenzitet fotosinteze značajno se smanjio za 17% u odnosu na 55 i 60 DNS. Tijekom 70 i 75 DNS ostvareno je povećanje intenziteta fotosinteze za 11% u odnosu na 65 DNS. Značajno smanjenje u intenzitetu fotosinteze zabilježeno je u periodu od 80 DNS do kraja vegetacije. Tijekom 2007. 50 DNS zabilježen je maksimalni intenzitet fotosinteze. U daljnjim danima nakon sadnje ostvaren je značajni pad u intenzitetu (55 DNS za 24%, a 60 DNS za 58% u odnosu na 50 DNS).

Uspoređujući intenzitet fotosinteze između 2006. i 2007. samo tijekom prvog mjerenja (50 DNS) nije ostvarena značajna razlika u intenzitetu fotosinteze. U svim ostalim danima nakon sadnje tijekom 2007. ostvaren je značajno manji intenzitet fotosinteze.

Tablica 11. Prosječni intenzitet fotosinteze u danima nakon sadnje u vegetacijskim sezonama 2006 i 2007.

Dan nakon sadnje	Intenzitet fotosinteze u $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$	
	Vegetacijska sezona	
	2006	2007
50	9,27	9,31
55	11,77	7,10
60	11,50	3,91
65	9,69	2,12
70	11,46	3,03
75	10,28	3,48
80	6,86	3,76
85	7,86	1,67
90	5,99	1,57
LSD (0,05) [†]		2,48
LSD (0,05) [‡]		1,65

[†] LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti između različitih vegetacijskih sezona

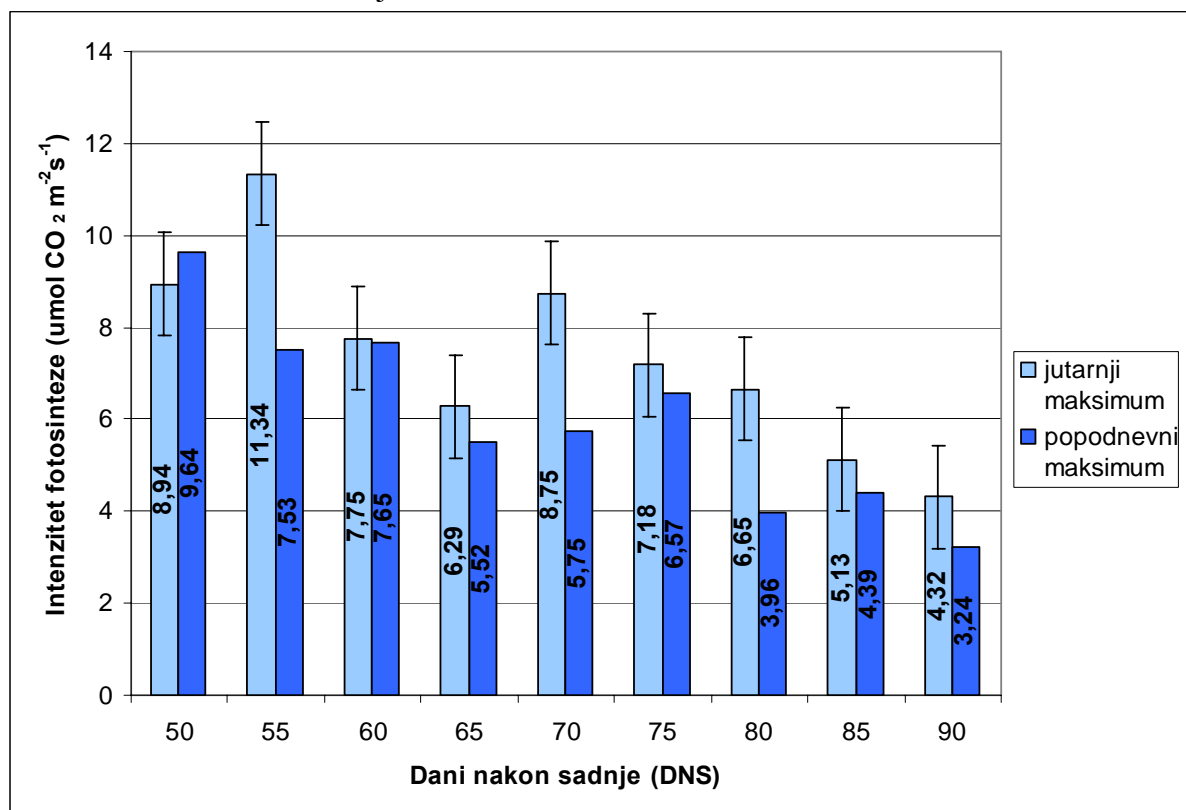
[‡] LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone

Intenzitet fotosinteze značajno je varirao ovisno o vremenu mjerenja tijekom dana. Značajno veći intenzitet fotosinteze ostvaren je kod prvog dnevnog maksimuma intenziteta od 10:00 – 12:00 sati i iznosio je $7,37 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ i bio veći za 18% u odnosu na drugi dnevni maksimum intenziteta od 14:00 - 16:00 sati koji je iznosio $6,03 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Odsustvo jednostruke interakcije između vremena mjerenja tijekom dana i vegetacijske sezone upućuje na zaključak da se prosječno povećanje intenziteta fotosinteze u

prvom dnevnom maksimumu u usporedbi s drugim dnevnom maksimumom nije značajno razlikovalo u obje vegetacijske sezone. Međutim, intenzitet fotosinteze je bio značajno različit ovisno o vremenu mjerenja u određenim danima nakon sadnje na što ukazuje signifikantnost interakcije DNS \times vrijeme mjerenja tijekom dana (grafikon 7). U većini mjerenja nisu dobivene značajne razlike u intenzitetu fotosinteze u jutarnjem i popodnevnom terminu. Međutim, 55, 70 i 80 DNS utvrđene su značajno veće vrijednosti intenziteta fotosinteze u jutarnjem u usporedbi s popodnevnim terminom. U mjerenju tijekom prvog dnevnog maksimuma, najveći intenzitet fotosinteze ostvaren je u 55 DNS, 21% veći od intenziteta ostvarenog u 50 DNS. Tijekom 60-65 DNS intenzitet se značajno smanjio i iznosio je prosječno $7,02 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Značajno povećanje od 20% u usporedbi s 60 i 65 DNS zabilježeno je 70 DNS. Od 75 DNS intenzitet fotosinteze se smanjivao te je 90 DNS iznosio svega $4,32 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Tijekom drugog dnevnog maksimuma, najveći intenzitet fotosinteze zabilježen je 50 DNS. Kasnije tijekom vegetacije bilježi se smanjenje u intenzitetu fotosinteze u odnosu na 50 DNS.

Grafikon 7. Prosječni intenzitet fotosinteze u jutarnjem i popodnevnom maksimumu u različitim danima nakon sadnje.



LSD 0,05 = $1,12 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, barovi vrijede za usporedbu vremena mjerenja unutar istih dana nakon sadnje.

Folijarni tretmani su se međusobno značajno razlikovali u ostvarenom intenzitetu fotosinteze (tablica 10). Kontrola je ostvarila najveći intenzitet fotosinteze od prosječno 7,12 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, značajno veći od tretmana Drin za 9% (6,49 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), a tretmana Epso Salt za 10% (6,46 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Tretman Megagreen ostvario je neznatno niži intenzitet fotosinteze (6,73 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) od kontrole. Učinkovitost folijarnih tretmana nije ovisila o vegetacijskoj sezoni na što ukazuje nesignifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana (tablica 10).

Međutim, dobivena je interakcija između DNS i tretmana budući da je kontrola ostvarila značajno veći intenzitet fotosinteze tijekom 50 DNS od tretmana Drin i Epso Salt te 55 DNS od svih ostalih tretmana u istraživanju. U svim ostalim DNS nisu ostvarene značajne razlike po tretmanima u intenzitetu fotosinteze (tablica 12).

Tablica 12. Prosječni intenzitet fotosinteze folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u različitim danima nakon sadnje.

Dan nakon sadnje	Intenzitet fotosinteze u $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$			
	Tretman			kontrola
	Drin	Epso Salt	Megagreen	
50	7,02	8,92	9,97	11,24
55	9,01	9,07	8,88	10,78
60	7,67	7,20	7,93	8,01
65	6,36	5,53	6,27	5,47
70	7,40	6,93	6,86	7,80
75	6,81	7,00	6,62	7,01
80	5,45	4,84	5,17	5,76
85	4,84	4,99	4,66	4,56
90	3,88	3,61	4,19	3,44
LSD (0,05) †			1,75	
LSD (0,05) ‡			1,53	

† LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti između različitih dana nakon sadnje

‡ LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti unutar istih dana nakon sadnje

Nije utvrđena interakcija između vremena mjerenja tijekom dana i tretmana (tablica 10) što nam govori da su tretmani pokazali slično povećanje intenziteta fotosinteze u prvom dnevnom maksimumu u odnosu na drugi dnevni maksimum fotosinteze.

Nadalje, odsustvo dvostruke interakcije vegetacijska sezona \times vrijeme mjerenja tijekom dana \times tretman (tablica 10) upućuje na zaključak da se tretmani nisu razlikovali u svojim reakcijama za povećanje intenziteta fotosinteze kod prvog dnevnog maksimuma u različitim vegetacijskim sezonama.

Prema rezultatima analize varijance (tablica 13) vegetacijska sezona značajno je utjecala na indeks sadržaja klorofila u listu krumpira. Prosječna vrijednost indeksa sadržaja klorofila u listu u 2006. iznosila je 37,85, dok je u 2007. prosječna vrijednost bila 31,53 odnosno 17% manje u usporedbi sa 2006.

Tablica 13. Rezultati analize varijance za indeks sadržaja klorofila u listu krumpira.

Izvori varijabiliteta	n-1	Indeks sadržaja klorofila
Vegetacijska sezona (VS)	1	**
Dan nakon sadnje (DNS)	9	**
VS × DNS	9	**
Tretman (T)	3	**
VS × T	3	*
DNS × T	27	NS
VS × DNS × T	27	NS

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Utvrđen je značajni utjecaj DNS krumpira na indeks sadržaja klorofila. Najveći indeks sadržaja klorofila u listu krumpira utvrđen je 50-55 DNS i iznosio je prosječno 45,21. U periodu od 60-80 DNS indeks sadržaja klorofila nije značajno varirao i u prosjeku je iznosio 38,80. U periodu vegetacije od 80-95 DNS vrijednost indeksa sadržaja klorofila značajno se smanjivala u odnosu na 60-80 DNS i 95 DNS iznosila je prosječno 21,12. Međutim, indeks sadržaja klorofila značajno je varirao po DNS u pojedinim vegetacijskim sezonama istraživanja (tablica 14) na što ukazuje signifikantna interakcija vegetacijska sezona × DNS. Tako u 2006. vegetacijskoj sezoni nije utvrđena značajna razlika u indeksu sadržaja klorofila u periodu od 50-85 DNS. Prosječni indeks sadržaja klorofila za to razdoblje iznosio je 41,13. Indeks sadržaja klorofila značajno se smanjio za 27% tijekom 85, 90 i 95 DNS u odnosu na 50-85 DNS i iznosio je prosječno 30,18. U 2007. indeks sadržaja klorofila značajno je varirao ovisno o DNS. Najveći je bio tijekom 50 i 55 DNS i iznosio je prosječno 48,54. Tijekom 60 i 65 DNS indeks sadržaja klorofila značajno se smanjio za 24% u odnosu na 50 i 55 DNS. Nadalje, tijekom 70 i 75 DNS indeks sadržaja klorofila iznosio je u prosjeku 36,05, a od 80 do 95 DNS indeks sadržaja klorofila značajno se smanjio i iznosio prosječno 17,98.

Tablica 14. Prosječni indeks sadržaja klorofila u danima nakon sadnje u vegetacijskim sezonama 2006 i 2007.

Dan nakon sadnje	Indeks sadržaja klorofila	
	Vegetacijska sezona	
	2006	2007
50	41,43	50,19
55	42,31	46,90
60	38,17	41,01
65	41,77	33,18
70	41,13	37,34
75	43,01	34,76
80	40,08	24,39
85	33,70	18,71
90	28,37	15,04
95	28,48	13,77
LSD (0,05) †		5,20
LSD (0,05) ‡		4,91

† LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti između različitih vegetacijskih sezona

‡ LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone

Uspoređujući prosječne vrijednosti indeksa sadržaja klorofila unutar DNS između pojedinih vegetacijskih sezona, utvrđen je značajno veći indeks sadržaja klorofila 55 DNS u 2007. Tijekom 55 i 60 DNS nije utvrđena značajna razlika između pojedinih sezona. U 2006. od 65-95 DNS utvrđen je signifikantno veći indeks sadržaja klorofila u odnosu na 2007. (tablica 14).

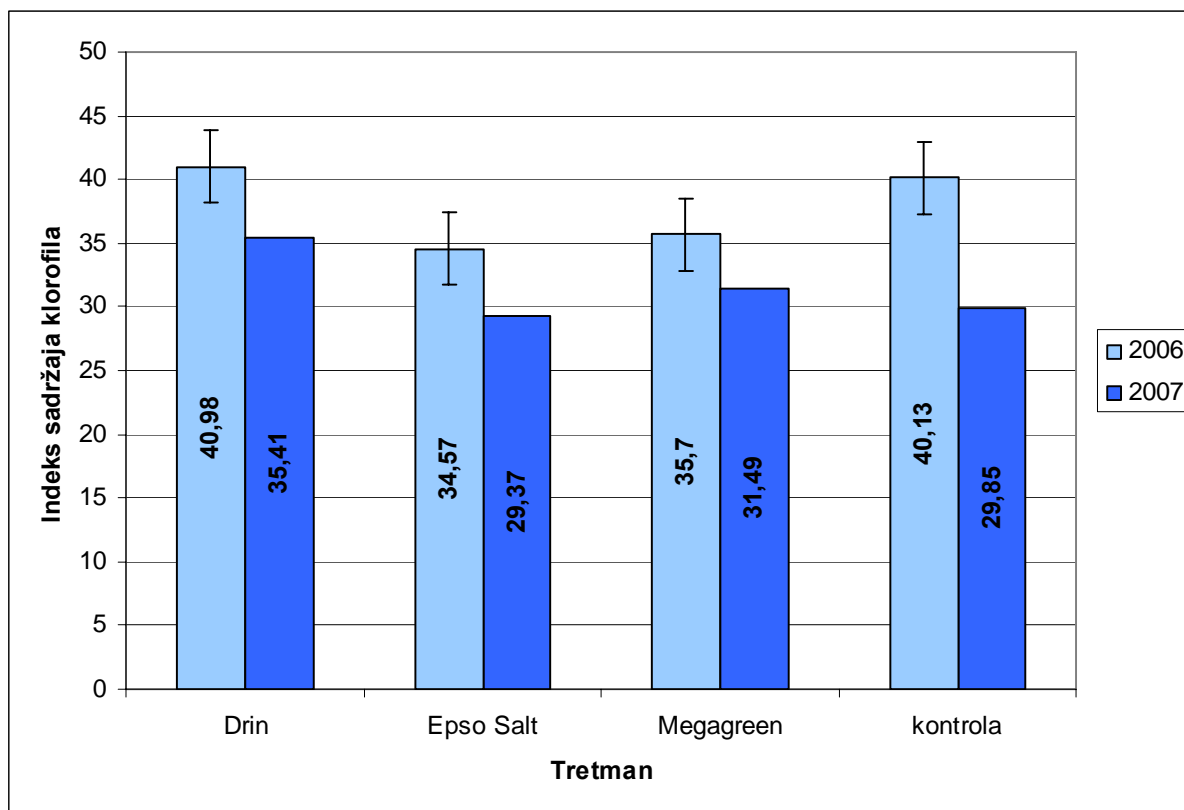
Utvrđen je značajan utjecaj tretmana na indeks sadržaja klorofila (tablica 13). Značajno najveći indeks sadržaja klorofila, u odnosu na ostala tri tretmana, ostvario je tretman Drin s indeksom sadržaja klorofila od 38,20. Tretman Epso Salt ostvario je najmanji indeks sadržaja klorofila od 31,97, značajno manji i od kontrole (34,99). Tretman Megagreen ostvario je indeks sadržaja klorofila od 33,60 koji je bio manji od kontrole, no razlika nije bila značajna.

Indeks sadržaja klorofila je bio različit ovisno o tretmanu za određenu vegetacijsku sezonu na što ukazuje signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × tretman (tablica 13). U 2006. tretmani Drin i kontrola ostvarili su značajno veći sadržaj klorofila za 13% u odnosu na tretmane Epso Salt i Megagreen (grafikon 8). Tretman Megagreen ostvario je nešto veći sadržaj klorofila u listu krumpira od tretmana Epso Salt, no ta razlika nije bila značajna. U 2007. značajno najveći sadržaj klorofila ostvario je tretman Drin. Nisu utvrđene značajne razlike između tretmana Epso Salt, Megagreen i kontrole.

Tijekom 2006. utvrđen je značajno veći sadržaj klorofila kod svih tretmana (Drina za 14%, Epso Salt za 15%, Megagreena za 12%) te kontrole za 26% u usporedbi s 2007.

Nisu utvrđene signifikantnosti interakcija DNS × tretman, kao ni godina × DNS × tretman za istraživano svojstvo što ukazuje na činjenicu da su tretmani slično reagirali po DNS u obje vegetacijske sezone (tablica 13).

Grafikon 8. Prosječni indeks sadržaja klorofila folijarnih tretmana u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 2,83, barovi vrijede za usporedbu tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Korelacijski koeficijent između indeksa sadržaja klorofila i intenziteta fotosinteze tijekom vegetacije u periodu od 50–90 DNS tj. od faze inicijacije do pune tuberizacije gomolja u 2006. i 2007. vegetacijskoj sezoni iznosio je 0,506** iz čega proizlazi statistički značajna jaka pozitivna korelacija.

5.2.1.2. Prinos i sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela 70 i 80 dana nakon sadnje

Prema dobivenim rezultatima analize varijance, nije utvrđeno značajno djelovanje vegetacijske sezone na prinos nadzemnog dijela krumpira tijekom 70 i 80 DNS (tablica 15). U 2006. prinos nadzemnog dijela iznosio je 135,3 g po biljci i bio veći za 11% u odnosu na prinos ostvaren u 2007. (120,6 g po biljci), ali ne statistički značajno.

Prinos nadzemnog dijela krumpira varirao je po danima nakon sadnje. Prinos nadzemnog dijela 70 DNS iznosio je 141,2 g po biljci i bio značajno veći za 19% u odnosu na 114,6 g po biljci ostvarenog prinosa tijekom 80 DNS.

Tablica 15. Rezultati analize varijance za prinos i sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela.

Izvori varijabiliteta	n-1	Prinos	Sadržaj ST
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS	**
Dan nakon sadnje (DNS)	1	*	NS
VS × DNS	1	NS	NS
Tretman (T)	3	NS	NS
VS × T	3	NS	NS
DNS × T	3	NS	NS
VS × DNS × T	3	NS	NS

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Nesignifikantnost interakcije vegetacijska sezona × dan nakon sadnje (tablica 15) upućuje na zaključak da je prinos nadzemnog dijela bio značajno veći 70 DNS u odnosu na 80 DNS u obje vegetacijske sezone.

Tretman Megagreen ostvario je najveći, ali ne statistički opravdani prinos nadzemnog dijela od 138,7 g po biljci u odnosu na ostala dva tretmana i kontrolu. Kontrola je ostvarila prinos nadzemnog dijela od 128,6 g po biljci, a tretmani Epso Salt i Drin 122,8 i 121,4 g po biljci respektivno.

Utvrđena je nesignifikantnost interakcija vegetacijska sezona × tretman (tablica 15), što ukazuje na činjenicu da prinos nadzemnog dijela nije značajno varirao pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama.

Nesignifikantnost interakcije dan nakon sadnje × tretman (tablica 15) ukazuje na činjenicu da su tretmani imali slične međusobne odnose u DNS.

Utvrđena je značajna razlika u sadržaju suhe tvari nadzemnog dijela između vegetacijskih sezona (tablica 15). U 2006. sadržaj suhe tvari bio je za 23% veći i iznosio je prosječno 12,35% u odnosu na sadržaj suhe tvari ostvaren u 2007. (9,52%).

Sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela 80 DNS iznosio je 11,40% u usporedbi s 10,47% dobivenih 70 DNS, ali bez statistički opravdanih razlika.

Sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela nije varirao u DNS u obje vegetacijske sezone na što ukazuje nesignifikantnost interakcije vegetacijska sezona × DNS (tablica 15).

Tretmani se nisu značajno razlikovali u ostvarenom sadržaju suhe tvari nadzemnog dijela (tablica 15). Prosječni sadržaj suhe tvari nadzemnog dijela za sva četiri tretmana iznosio je 10,94%. Nadalje, nije utvrđena niti statistički značajna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana i DNS i tretmana (tablica 15).

5.2.1.3. Koncentracija dušika u nadzemnom dijelu 70 i 80 dana nakon sadnje

Koncentracija dušika značajno je varirala ovisno o vegetacijskoj sezoni (tablica 16). U 2006. prosječna vrijednost koncentracije dušika u nadzemnoj masi krumpira iznosila je 2,62%, a u 2007. bila je za 16% manja i iznosila 2,19%.

Tablica 16. Rezultati analize varijance za koncentraciju dušika u nadzemnom dijelu.

Izvori varijabiliteta	n-1	Koncentracija dušika
Vegetacijska sezona (VS)	1	**
Dan nakon sadnje (DNS)	1	**
VS × DNS	1	*
Tretman (T)	3	NS
VS × T	3	NS
DNS × T	3	NS
VS × DNS × T	3	NS

* signifikantno na razini 0,05

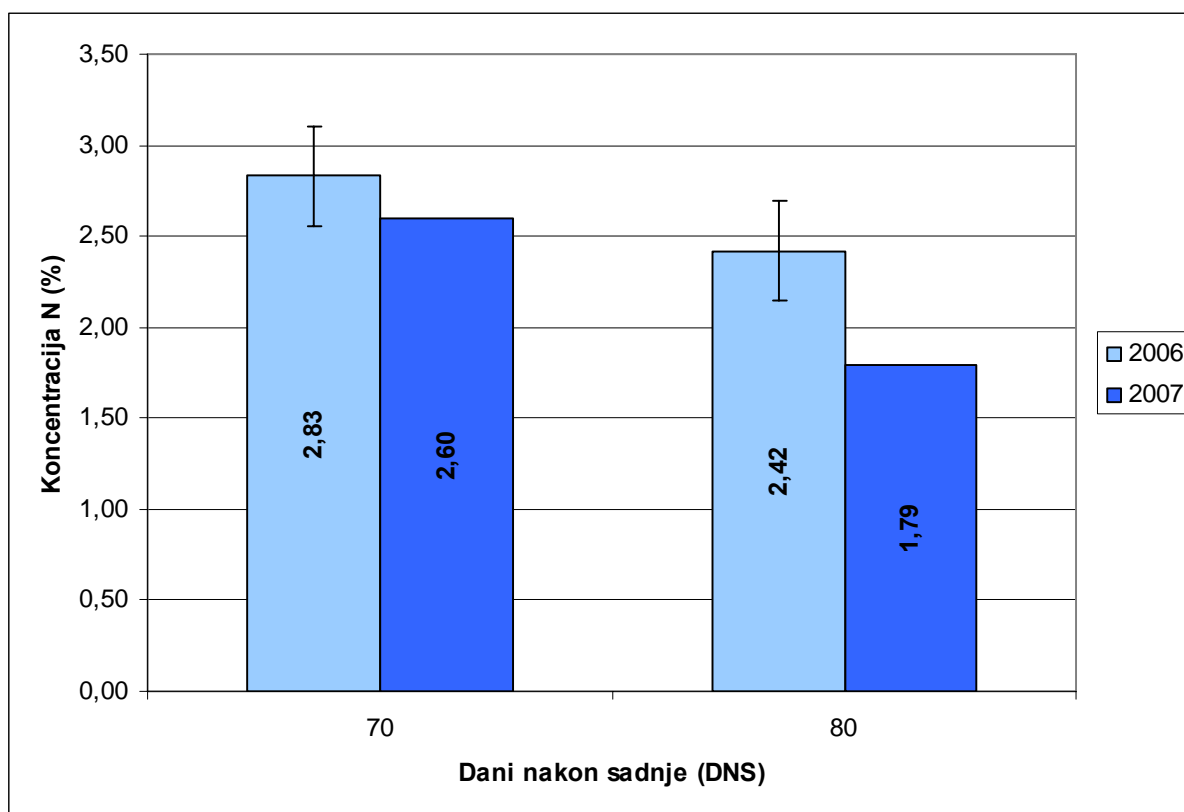
** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Značajno veća koncentracija dušika u nadzemnom dijelu krumpira postignuta je tijekom 70 DNS i iznosila je 2,71% u odnosu na 80 DNS kada je ostvarena koncentracija dušika od 2,10%.

Koncentracija dušika bila je značajno veća 70 DNS u odnosu na 80 DNS u obje vegetacijske sezone na što ukazuje i signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × DNS (grafikon 9). U 2006. 70 DNS koncentracija dušika bila je veća za 15% od koncentracije dušika ostvarene 80 DNS, dok je u 2007. koncentracija dušika bila je za 31% veća 70 DNS u odnosu na 80 DNS.

Grafikon 9. Prosječna koncentracija dušika u nadzemnom dijelu 70 i 80 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,27%, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Tretman Drin ostvario je najveću koncentraciju dušika od 2,49% u nadzemnom dijelu, no nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika ostvarene kod tretmana Drin u odnosu na ostale u istraživanju (Epsa Salt 2,46%; Megagreen 2,31%) te kontrole 2,37%.

Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika nadzemnog dijela pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama, na što ukazuje nesignifikantnost interakcije vegetacijska sezona × tretman (tablica 16).

Nesignifikantnost interakcije DNS × tretman ukazuje na činjenicu da su tretmani imali slično povećanje vrijednosti koncentracije dušika tijekom 70 DNS u usporedbi s 80 DNS (tablica 16).

5.2.1.4. Koncentracija fotosintetskih biljnih pigmenata u listu krumpira 70 i 80 dana nakon sadnje

Iz tablice 17. vidljivo je da vegetacijska sezona nije značajno utjecala na koncentraciju klorofila *a* u listu krumpira iako je tijekom 2007. utvrđena veća koncentracija klorofila *a* i u

prosjeku je iznosila 1,357 mg g⁻¹ svježe mase lista za razliku od 2006. u kojoj je dobiveno 1,236 mg g⁻¹ svježe mase lista klorofila *a*.

Tablica 17. Rezultati analize varijance za koncentraciju fotosintetskih biljnih pigmenata u listu krumpira.

Izvori varijabiliteta	n-1	Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>	Ukupno (<i>a+b</i>)	Odnos <i>a/b</i>	Ukupni karotenoidi
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS	**	NS	**	NS
Dan nakon sadnje (DNS)	1	**	**	**	*	**
VS × DNS	1	**	**	NS	**	**
Tretman (T)	3	NS	NS	NS	*	NS
VS × T	3	NS	NS	NS	NS	NS
DNS × T	3	NS	NS	NS	NS	NS
VS × DNS × T	3	NS	NS	NS	NS	NS

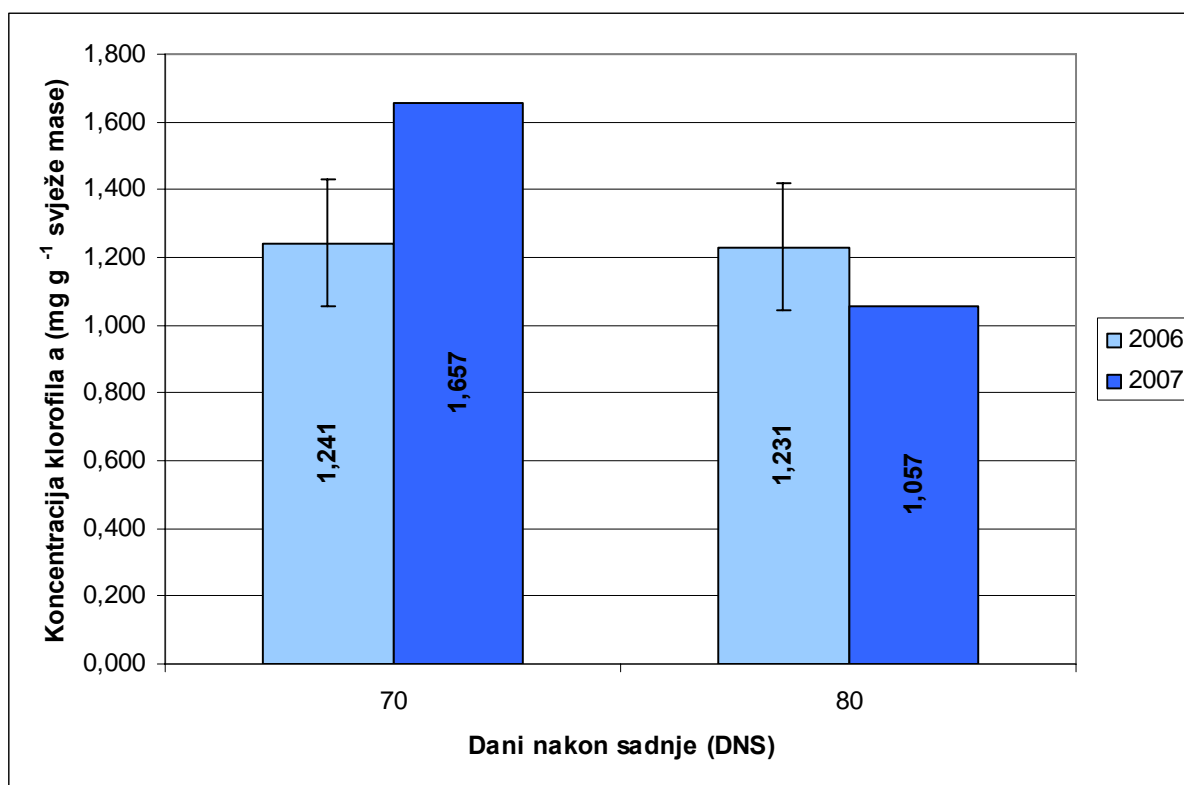
* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Koncentracija klorofila *a* značajno je varirala ovisno o DNS. Prosječna vrijednost koncentracije klorofila *a* u listu krumpira 70 DNS iznosila je 1,449 mg g⁻¹ svježe mase lista i bila veća za 21% u odnosu na koncentraciju klorofila *a* ostvarenu tijekom 80 DNS (1,144 mg g⁻¹ svježe mase lista). Štoviše, utvrđena je i interakcija između vegetacijske sezone i DNS što ukazuje da su vrijednosti u koncentraciji klorofila *a* značajno varirale ovisno o DNS u pojedinim vegetacijskim sezonama (grafikon 10). U 2006. utvrđeno je neznatno povećanje koncentracije klorofila *a* u listu krumpira tijekom 70 DNS, dok je u 2007. koncentracija klorofila *a* bila za 36% veća 70 DNS u usporedbi s 80 DNS. Najveća koncentracija klorofila *a* od 1,657 mg g⁻¹ svježe mase lista postignuta je 70 DNS tijekom vegetacijske sezone 2007. i bila je značajno veća od koncentracije klorofila *a* ostvarene 70 DNS u 2006. Koncentracija klorofila *a* ostvarena 80 DNS nije se značajno razlikovala između obje vegetacijske sezone.

Grafikon 10. Prosječna koncentracija klorofila *a* u listu krumpira 70 i 80 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,187 mg g⁻¹ svježe mase, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija klorofila *a* nije značajno varirala u ovisnosti o tretmanima primijenjenim u istraživanju (tablica 17), iako je tretman Drin ostvario veću koncentraciju klorofila *a* od 1,404 mg g⁻¹ svježe mase lista u odnosu na kontrolu (1,306 mg g⁻¹ svježe mase lista), Epso Salt (1,245 mg g⁻¹ svježe mase lista) i Megagreen (1,232 mg g⁻¹ svježe mase lista). Štoviše, nije utvrđena niti interakcija između vegetacijske sezone i tretmana kao ni DNS i tretmana, što ukazuje da su tretmani slično reagirali po DNS i u obje vegetacijske sezone (tablica 17).

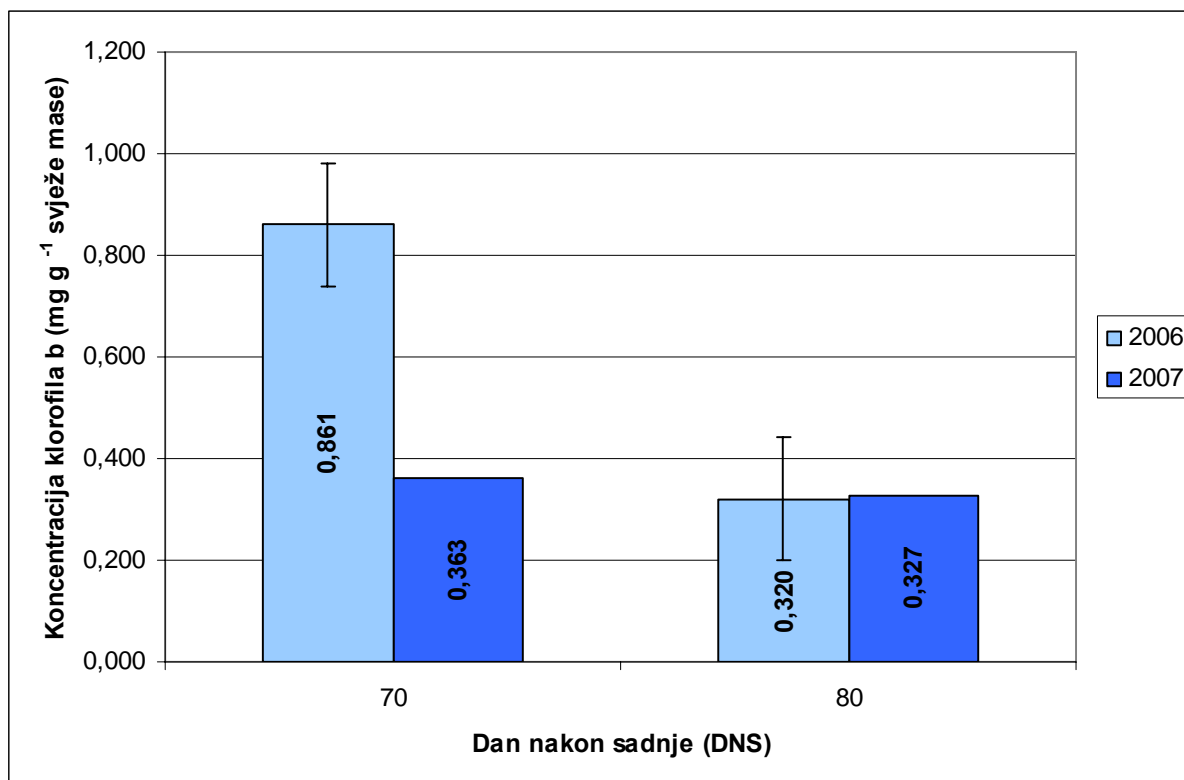
Koncentracija klorofila *b* u listu krumpira varirala je ovisno o vegetacijskoj sezoni (tablica 17). Znatno veća koncentracija klorofila *b* dobivena je u vegetacijskoj sezoni 2006. i prosječno je iznosila 0,591 mg g⁻¹ svježe mase lista te bila veća za 42% u odnosu na 0,345 mg g⁻¹ svježe mase lista u 2007. godini.

Nadalje, DNS značajno su utjecali na koncentraciju klorofila *b* u listu krumpira. Koncentracija klorofila *b* 70 DNS iznosila je 0,612 mg g⁻¹ svježe mase lista, dok je 80 DNS iznosila 0,324 mg g⁻¹ svježe mase što je za 47% manje u odnosu na 70 DNS.

Utvrđena je signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × DNS (tablica 17). U 2006. koncentracija klorofila *b* bila je značajno veća 70 DNS i iznosila 0,861 mg g⁻¹ svježe

mase lista u odnosu na 80 DNS (0,320 mg g⁻¹ svježe mase) (grafikon 11). Međutim, tijekom 2007. ostvareno je neznatno povećanje koncentracije klorofila *b* u listu krumpira 70 DNS u usporedbi s 80 DNS.

Grafikon 11. Prosječna koncentracija klorofila *b* u listu krumpira 70 i 80 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,121 mg g⁻¹ svježe mase, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija klorofila *b* u listu krumpira također nije varirala ovisno o primijenjenom tretmanu (tablica 17). Tretman Drin ostvario je najveću koncentraciju klorofila *b* u listu od 0,514 mg g⁻¹ svježe mase lista u odnosu na ostale tretmane (Megagreen 0,470; Epso Salt 0,415 mg g⁻¹ svježe mase lista) te kontrole 0,473 mg g⁻¹ svježe mase lista.

Nije utvrđena signifikantnost interakcija vegetacijska sezona × tretman kao ni DNS × tretman što ukazuje na činjenicu da su tretmani slično reagirali u ostvarenom sadržaju klorofila *b* u DNS i u obje vegetacijske sezone (tablica 17).

U 2006. vegetacijskoj sezoni ostvarena je veća ukupna koncentracija klorofila (*a+b*) i u prosjeku je iznosila 1,827 mg g⁻¹ svježe mase lista u odnosu na 1,703 mg g⁻¹ svježe mase lista ostvarene u 2007. Međutim, to variranje nije bilo statistički značajno (tablica 17).

Koncentracija ukupnih klorofila ($a+b$) značajno je bila različita ovisno o DNS. Koncentracija ukupnih klorofila ($a+b$) 70 DNS iznosila je $2,061 \text{ mg g}^{-1}$ svježe mase lista i bila je za 29% veća u odnosu na koncentraciju postignutu 80 DNS ($1,468 \text{ mg g}^{-1}$ svježe mase lista).

Nije utvrđena signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times DNS, što ukazuje na činjenicu da je koncentracija ukupnih klorofila ($a+b$) 70 DNS bila značajno veća u usporedbi s 80 DNS u obje vegetacijske sezone (tablica 17).

Također, nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji ukupnih klorofila ($a+b$) u odnosu na primijenjeni tretman, iako je tretman Drin ostvario $1,918 \text{ mg g}^{-1}$ svježe mase lista u odnosu na kontrolu ($1,779 \text{ mg g}^{-1}$ svježe mase lista), Megagreen ($1,702 \text{ mg g}^{-1}$ svježe mase lista) i Epso Salt ($1,659 \text{ mg g}^{-1}$ svježe mase lista).

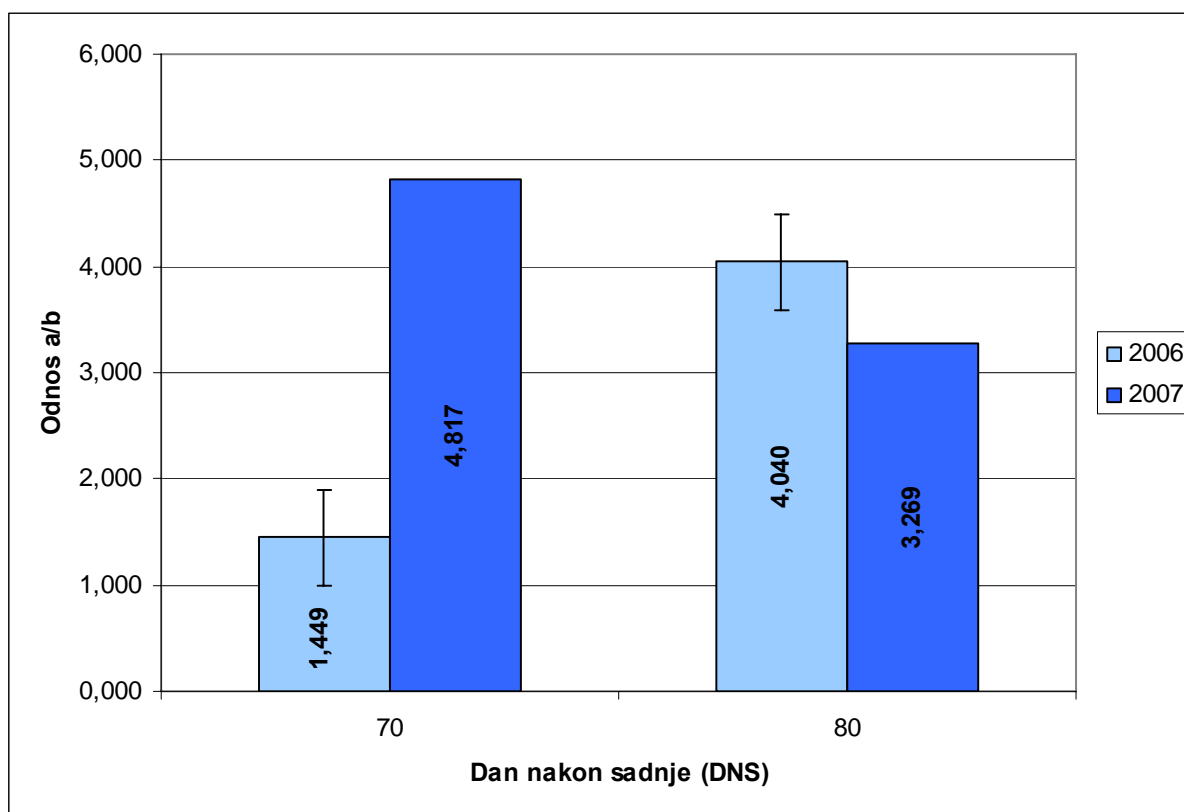
U istraživanju nije utvrđena ni interakcija vegetacijska sezona \times tretman i DNS \times tretman što ukazuje da su tretmani slično reagirali u DNS te u obje vegetacijske sezone (tablica 17).

Iz tablice 17 vidljivo je da je vegetacijska sezona značajno utjecala na odnos klorofila a/b . U 2007. taj odnos je prosječno iznosio 4,0:1,0 i bio veći za 32% u odnosu na odnos a/b u 2006. (2,7:1,0).

Značajno manji odnos u koncentraciji klorofila a i b od 3,1:1,0 utvrđen je 70 DNS, dok je 80 DNS taj odnos bio 3,7:1,0.

Utvrđena je signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times DNS (tablica 17). U 2006. odnos sadržaja a/b bio je značajno veći 80 DNS za 64% u odnosu na 70 DNS (grafikon 12). U 2007. značajno veći odnos a/b za 32% utvrđen je 70 DNS u usporedbi s 80 DNS.

Grafikon 12. Prosječan odnos klorofila *a/b* u listu krumpira 70 i 80 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.

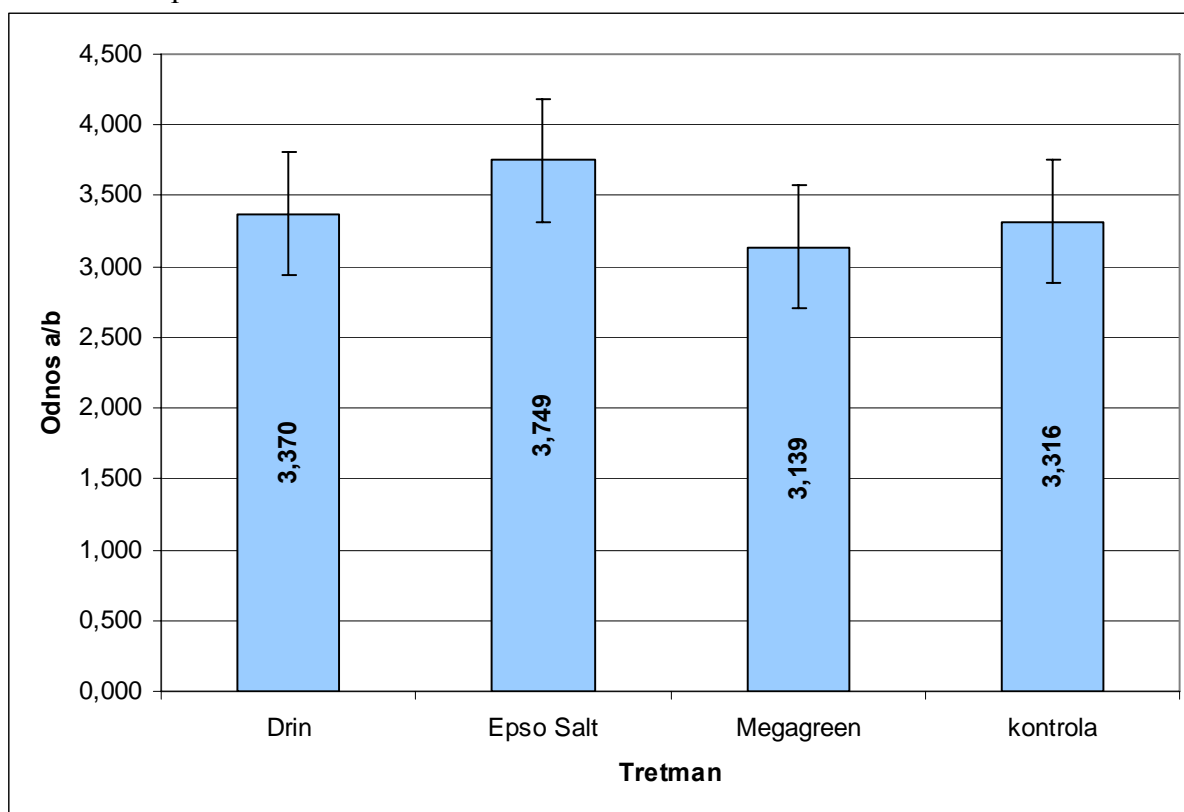


LSD 0,05 = 0,450, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Odnos klorofila *a/b* značajno je bio različit ovisno o primijenjenom tretmanu u istraživanju (tablica 17). Maksimalni odnos klorofila *a/b* ostvaren je kod tretmana Epso Salt, signifikantno veći od tretmana Megagreen za 16% (grafikon 13). Tretman Drin i kontrola ostvarili su manji odnos klorofila *a/b* od tretmana Epso Salt, no ta razlika nije statistički značajna.

Nije utvrđena signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × tretman kao i DNS × tretman za odnos koncentracije klorofila *a/b* (tablica 17).

Grafikon 13. Prosječan odnos klorofila *a/b* u listu krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom.



LSD 0,05 = 0,436

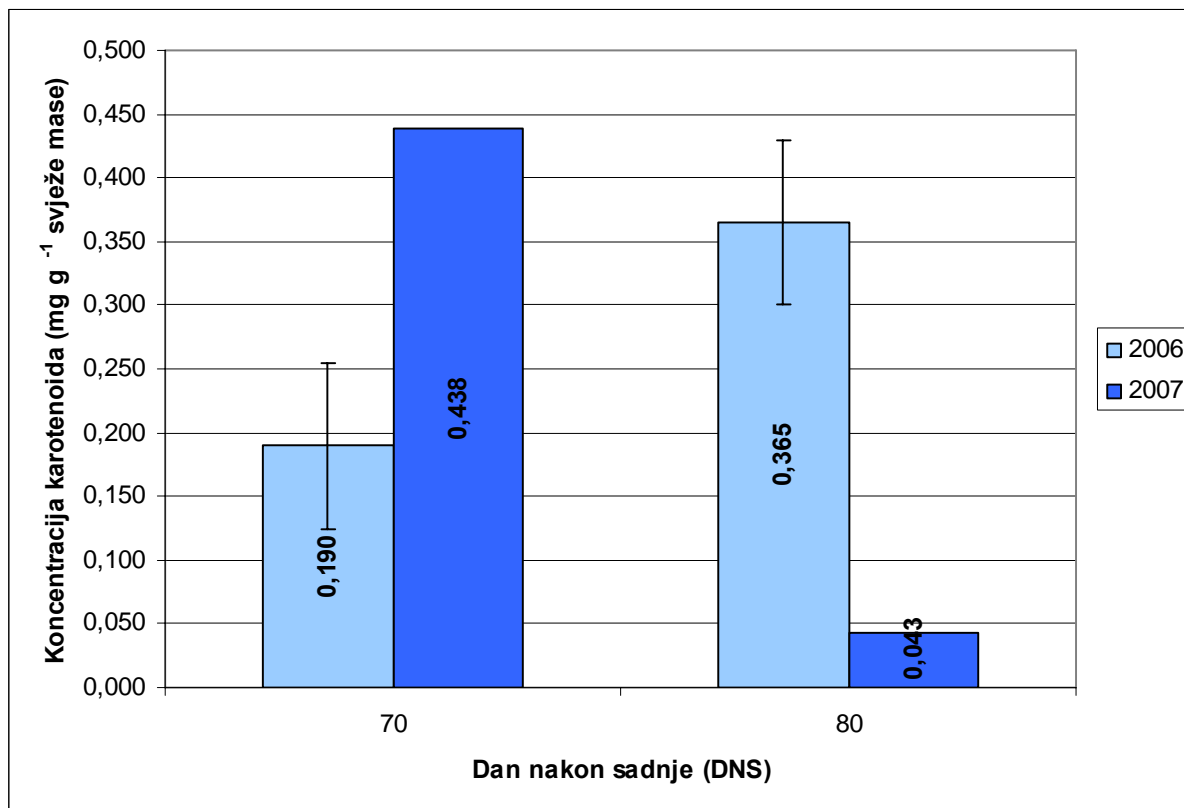
Koncentracija ukupnih karotenoida u listu krumpira bila je veća u 2006. vegetacijskoj sezoni i iznosila prosječno 0,278 mg g⁻¹ svježe mase lista u odnosu na 2007. s prosjekom od 0,241 mg g⁻¹ svježe mase, no ta razlika nije statistički opravdana (tablica 17).

Koncentracija karotenoida značajno je varirala ovisno o DNS (tablica 17). Značajno veća koncentracija karotenoida u listu krumpira od 0,314 mg g⁻¹ svježe mase ostvarena je 70 DNS u odnosu na 80 DNS u kojem je ostvareno 0,204 mg g⁻¹ svježe mase lista. Štoviše, koncentracija karotenoida bila je različita u DNS u obje vegetacijske sezone na što ukazuje signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × DNS (tablica 17). U 2006. koncentracija karotenoida znatno se povećala u 80 DNS u odnosu na 70 DNS (grafikon 14). U 2007. značajno veća koncentracija karotenoida ostvarena je 70 DNS, u odnosu na 80 DNS.

Koncentracija karotenoida nije varirala ovisno o tretmanu. Nadalje, nije utvrđena ni signifikantnost interakcije vegetacijska sezona × tretman što ukazuje na činjenicu da su tretmani slično reagirali u koncentraciji karotenoida u obje vegetacijske sezone (tablica 17).

Nesignifikantnost interakcije između DNS i tretmana upućuje na zaključak da su tretmani ostvarili veću koncentraciju karotenoida 70 DNS u odnosu na 80 DNS.

Grafikon 14. Prosječna koncentracija karotenoida u listu krumpira 70 i 80 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,065 mg g⁻¹ svježe mase, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

5.2.1.5. Korelacije koncentracije biljnih pigmenata s intenzitetom fotosinteze, prinosom i koncentracijom dušika u nadzemnom dijelu

Korelacije između koncentracije biljnih pigmenata i intenziteta fotosinteze 70 i 80 DNS u vegetacijskoj sezoni 2006. i 2007. prikazane su u tablici 18.

Nije utvrđena značajnost korelacijskog koeficijenta između koncentracije klorofila *a* i intenziteta fotosinteze u listu krumpira 70 i 80 DNS. Međutim, utvrđena je statistički značajna jaka pozitivna korelacija između klorofila *b* i intenziteta fotosinteze te slaba pozitivna, ali značajna korelacija između koncentracije ukupnih klorofila (*a+b*) i intenziteta fotosinteze.

Tablica 18. Vrijednosti korelacijskog koeficijenta između istraživanih svojstava.

Istraživano svojstvo	Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>	Ukupno (<i>a+b</i>)	Odnos <i>a/b</i>	Intenzitet fotosinteze
Klorofil <i>a</i>	—	0,174 ^{NS}	0,816 ^{**}	0,234 ^{NS}	-0,137 ^{NS}
Klorofil <i>b</i>		—	0,711 ^{**}	-0,847 ^{**}	0,743 ^{**}
Ukupno (<i>a+b</i>)			—	-0,330 [*]	0,338 [*]
Odnos <i>a/b</i>				—	-0,713 ^{**}
Intenzitet fotosinteze					—

Korelacije između koncentracije biljnih pigmenata i prinosa nadzemnog dijela i gomolja 70 i 80 DNS u vegetacijskoj sezoni 2006. i 2007. prikazane su u tablici 19.

Iz dobivenih rezultata vidljiva je slaba do srednje jaka negativna korelacija između klorofila *a*, ukupnih klorofila (*a+b*) i prinosa gomolja. Korelacijski koeficijent između klorofila *b* te odnosa klorofila *a/b* i prinosa gomolja 70 i 80 DNS u obje vegetacijske sezone nije bio statistički značajan. S druge strane utvrđena je statistički značajna srednja te jaka pozitivna korelacija između klorofila *a* i *b* te ukupnih klorofila (*a+b*) i prinosa nadzemnog dijela krumpira.

Tablica 19. Vrijednosti korelacijskog koeficijenta između istraživanih svojstava.

Istraživano svojstvo	Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>	Ukupno (<i>a+b</i>)	Odnos <i>a/b</i>	Prinos gomolja	Prinos nadzemnog dijela
Klorofil <i>a</i>	—	0,174 ^{NS}	0,816 ^{**}	0,234 ^{NS}	-0,480 ^{**}	0,483 ^{**}
Klorofil <i>b</i>		—	0,711 ^{**}	-0,847 ^{**}	-0,038 ^{NS}	0,432 ^{**}
Ukupno (<i>a+b</i>)			—	-0,330 [*]	-0,365 [*]	0,599 ^{**}
Odnos <i>a/b</i>				—	-0,199 ^{NS}	-0,194 ^{NS}
Prinos gomolja					—	0,096 ^{NS}
Prinos nadzemnog dijela						—

Korelacije između koncentracije biljnih pigmenata i koncentracije dušika nadzemnog dijela 70 i 80 DNS u vegetacijskoj sezoni 2006. i 2007. prikazane su u tablici 20.

Iz tablice 20. vidljiva je statistički značajna srednja pozitivna korelacija između klorofila *a* i koncentracije dušika u nadzemnom dijelu. Nadalje, utvrđena je značajna jaka pozitivna korelacija između klorofila *b* i ukupnih klorofila (*a+b*) i koncentracije dušika nadzemnog dijela. Korelacijski koeficijent između odnosa klorofila *a/b* i koncentracije dušika 70 i 80 DNS u obje vegetacijske sezone nije bio statistički značajan.

Tablica 20. Vrijednosti korelacijskog koeficijenta između istraživanih svojstava.

Istraživano svojstvo	Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>	Ukupno (<i>a+b</i>)	Odnos <i>a/b</i>	Koncentracija dušika nadzemnog dijela
Klorofil <i>a</i>	—	0,174 ^{NS}	0,816 ^{**}	0,234 ^{NS}	0,471 ^{**}
Klorofil <i>b</i>		—	0,711 ^{**}	-0,847 ^{**}	0,553 ^{**}
Ukupno (<i>a+b</i>)			—	-0,330 [*]	0,661 ^{**}
Odnos <i>a/b</i>				—	-0,168 ^{NS}
Koncentracija dušika nadzemnog dijela					—

5.2.2. Utjecaj folijarnih gnojiva na rast i razvoj gomolja

5.2.2.1. Prinos i broj gomolja 70, 80 i 100 dana nakon sadnje

Prinos gomolja značajno je varirao ovisno o vegetacijskoj sezoni i DNS, a dobivena je i značajna interakcija između ova dva faktora (tablica 21). U prvoj vegetacijskoj sezoni utvrđen je veći prinos gomolja u odnosu na drugu vegetacijsku sezonu i u prosjeku je iznosio 392,3 g po biljci. U drugoj vegetacijskoj sezoni utvrđen je prinos gomolja od 301,0 g po biljci.

Tablica 21. Rezultati analize varijance za prinos i broj gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	Prinos	Broj
Vegetacijska sezona (VS)	1	**	**
Dan nakon sadnje (DNS)	2	**	NS
VS × DNS	2	**	NS
Tretman (T)	3	**	NS
VS × T	3	NS	*
DNS × T	6	NS	NS
VS × DNS × T	6	NS	NS

* signifikantno na razini 0,05

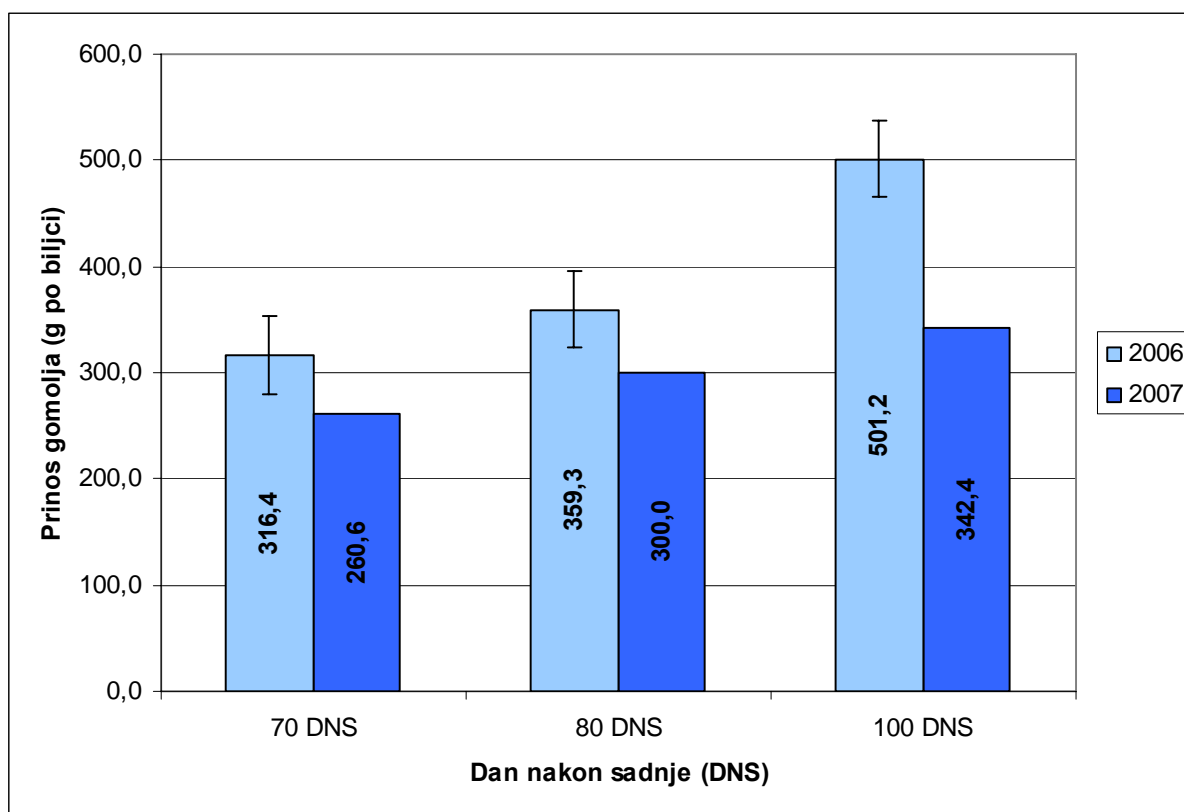
** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Značajno najveći prinos gomolja ostvaren je 100 DNS i u prosjeku je iznosio 421,8 g po biljci u usporedbi s 329,7 g po biljci ostvarenih 80 DNS i 288,5 g po biljci 70 DNS.

Dobivena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i DNS što ukazuje na činjenicu da se prinos gomolja značajno razlikovao u DNS tijekom vegetacijskih sezona (tablica 21). U 2006. najveći prinos ostvaren je 100 DNS i iznosio je 501,2 g po biljci i bio značajno veći, za 28%, od utvrđenog prinosa 80 DNS i za 37% veći od prinosa utvrđenog 70 DNS (grafikon 15). U 2007 godini najveći prinos ostvaren je također 100 DNS i u prosjeku je iznosio 342,4 g po biljci što je bilo za 12% više od utvrđenog prinosa 80 DNS i za 24% više od utvrđenog prinosa 70 DNS.

Grafikon 15. Prosječan prinos gomolja krumpira 70, 80 i 100 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 36,2 g po biljci, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Prinos gomolja značajno se razlikovao obzirom na tretmane primijenjene u istraživanju. Kontrola i Megagreen ostvarili su značajno veći prinos gomolja krumpira koji je iznosio prosječno 365,4 g po biljci i bio veći za 10% od prinosa gomolja ostvarenog pod utjecajem tretmana Drin i Epso Salt (prosječno 328,0 g po biljci). Između tretmana Megagreen i kontrole kao i između tretmana Drin i Epso Salt nisu utvrđene značajne razlike u prinosu gomolja krumpira.

Nije utvrđena signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana što ukazuje na zaključak da su tretmani slično reagirali u obje vegetacijske sezone unatoč činjenici da su tretmani Megagreen i kontrola tijekom 2007. ostvarili za 15% veći prinos gomolja u usporedbi s tretmanima Drin i Epso Salt.

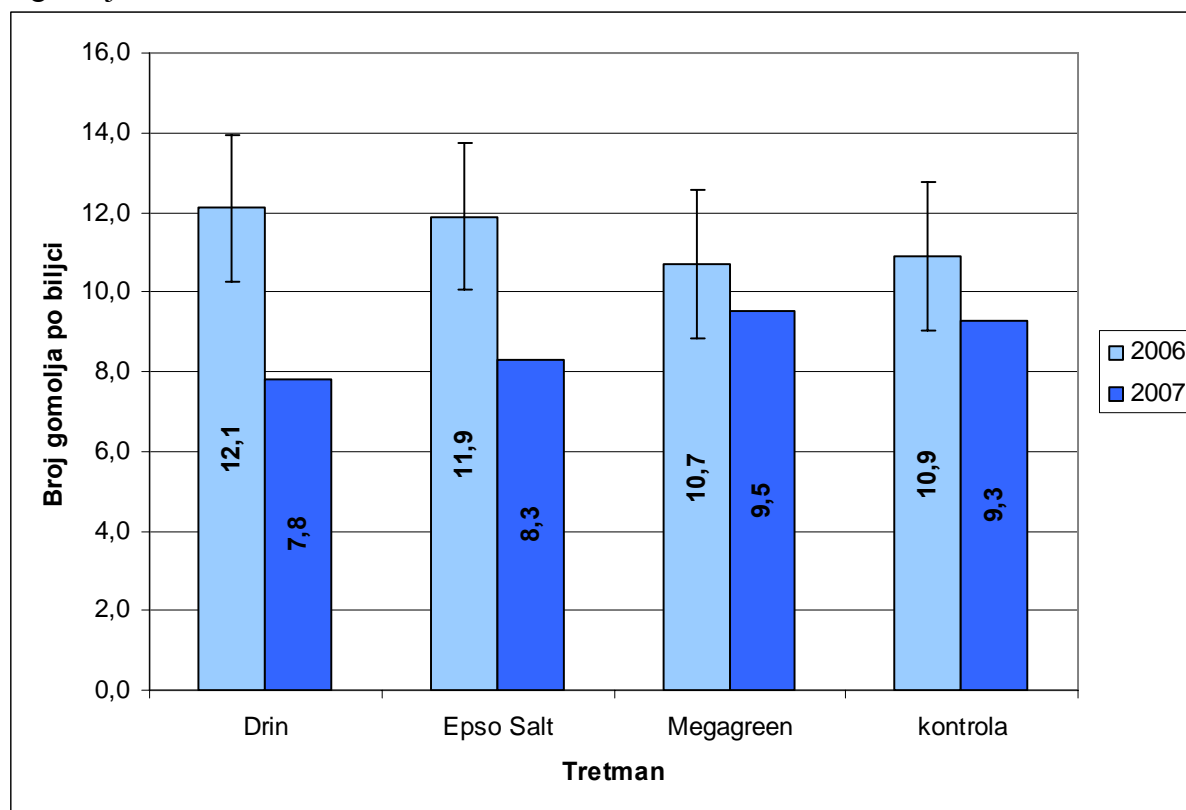
Nesignifikantnost interakcija između DNS i tretmana te između vegetacijske sezone, DNS i tretmana ukazuje da je kod svih tretmana utvrđeno slično povećanje prinosa gomolja krumpira 80 i 100 DNS u odnosu na 70 DNS te 100 DNS u odnosu na 80 DNS u obje vegetacijske sezone.

Prema podacima iz tablice 21. vidljivo je da je broj gomolja po biljci značajno varirao ovisno o vegetacijskoj sezoni. U 2006. broj gomolja po biljci iznosio je 11,4 i bio signifikantno veći za 23% od broja gomolja utvrđenog 2007. (8,7 gomolja po biljci).

Najveći broj gomolja po biljci od 10,5 ostvaren je 100 DNS, međutim nije ostvarena značajna razlika u broju gomolja u odnosu na 80 i 70 DNS (10,0 i 9,7 gomolja po biljci). Nadalje, odsustvo interakcije između vegetacijske sezone i DNS upućuje na zaključak da se broj gomolja nije značajno razlikovao po DNS u pojedinim vegetacijskim sezonama.

Primijenjeni tretmani rezultirali su sličnim prosječnim brojem gomolja. Međutim, utvrđena je interakcija vegetacijska sezona × tretman koja je najvećim djelom rezultat djelovanja dva tretmana i to Drina i Epsa Salt. Oba navedena tretmana su u prvoj vegetacijskoj sezoni istraživanja ostvarili značajno veći broj gomolja po biljci (Drin 12,0; Epsa Salt 11,9 gomolja po biljci) u usporedbi s drugom vegetacijskom sezonom (Drin 7,8; Epsa Salt 8,3 gomolja po biljci). Kod kontrole i Megagreena nije utvrđena značajna razlika u broju gomolja u obje vegetacijske sezone (grafikon 16).

Grafikon 16. Prosječan broj gomolja po biljci folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 1,85 gomolja po biljci, barovi vrijede za usporedbu tretmana između različitih vegetacijskih sezona.

Odsustvo interakcije DNS \times tretman jasno ukazuje da su međusobne razlike između tretmana bile slične neovisno o DNS.

5.2.2.2. Sadržaj suhe tvari gomolja 70, 80 i 100 dana nakon sadnje

Iz tablice 22. vidljivo je da se sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira nije značajno razlikovao između vegetacijskih sezona i prosječno je iznosio 22,63%.

Tablica 22. Rezultati analize varijance za sadržaj suhe tvari gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	Sadržaj ST
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS
Dan nakon sadnje (DNS)	2	NS
VS \times DNS	2	*
Tretman (T)	3	NS
VS \times T	3	*
DNS \times T	6	*
VS \times DNS \times T	6	NS

* signifikantno na razini 0,05

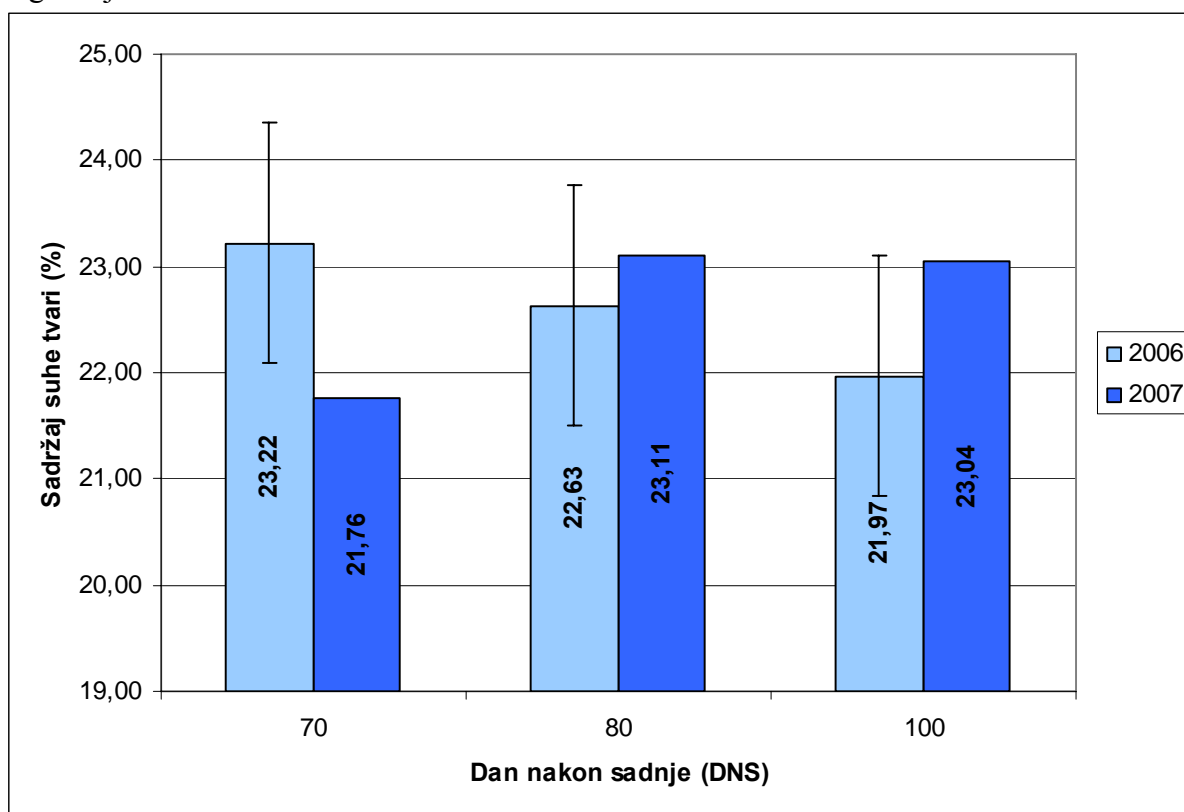
** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Nadalje, sadržaj suhe tvari nije varirao u DNS tijekom vegetacije.

Međutim, signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i DNS ukazuje na zaključak da se sadržaj suhe tvari značajno razlikovao u DNS u pojedinim vegetacijskim sezonama (tablica 22). U 2006. najveći sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira utvrđen je 70 DNS i u prosjeku je iznosio 23,22% (grafikon 17). Sadržaj suhe tvari se smanjio 80 DNS, ali bez značajne razlike u usporedbi s 70 DNS. Značajno manji sadržaj suhe tvari u odnosu na 70 DNS utvrđen je 100 DNS i prosječno je iznosio 21,97%. U 2007. značajno najmanji sadržaj suhe tvari od 21,76% utvrđen je 70 DNS u odnosu na sadržaj suhe tvari utvrđen 80 i 100 DNS, 23,11%, odnosno i 23,04%. Između 80 i 100 DNS nije utvrđena značajna razlika u sadržaju suhe tvari.

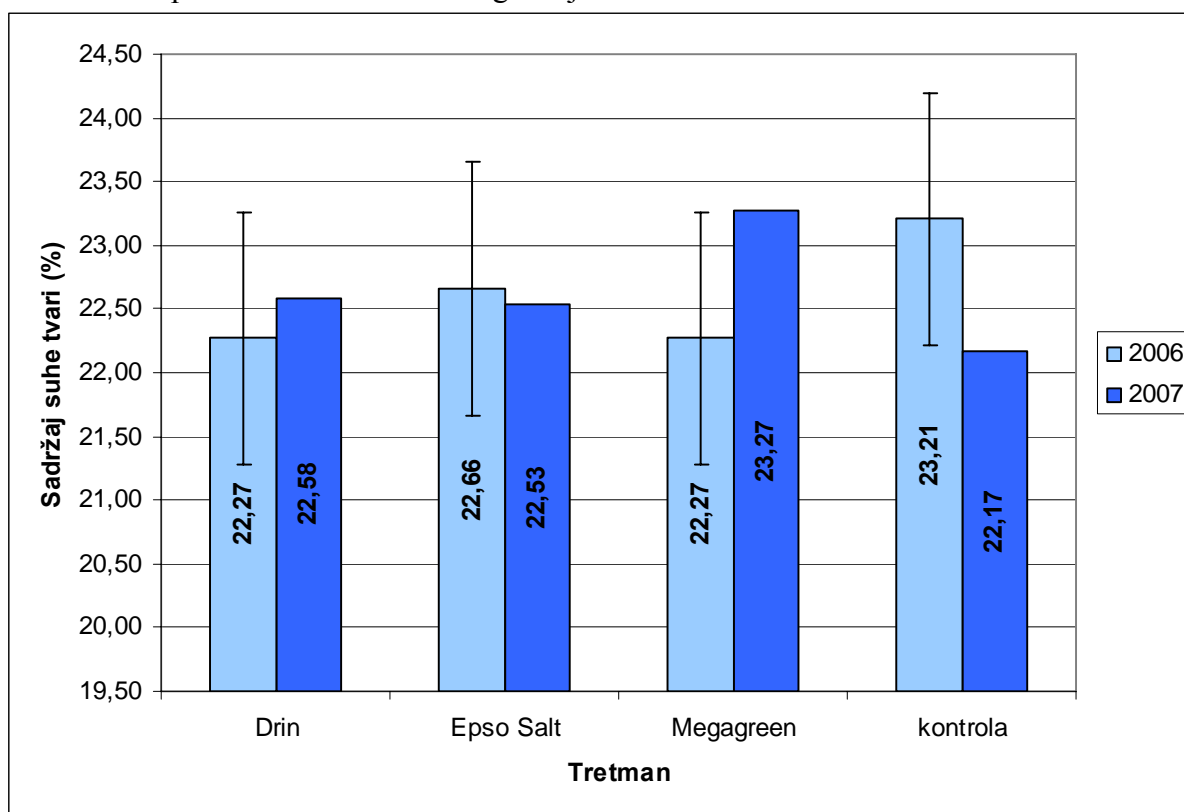
Grafikon 17. Prosječni sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira 70, 80 i 100 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 1,13%, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Istraživani tretmani imali su u prosjeku sličan sadržaj suhe tvari u gomolju. Međutim, dobivena je signifikantna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana (tablica 22) što ukazuje da se sadržaj suhe tvari značajno razlikovao pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju suhe tvari pod utjecajem tretmana (grafikon 18). U 2007. značajno manji sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira utvrđen je kod kontrole u usporedbi s tretmanom Megagreen. Između tretmana Megagreen, Drin i Epso Salt u 2007. nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju suhe tvari u gomolju krumpira.

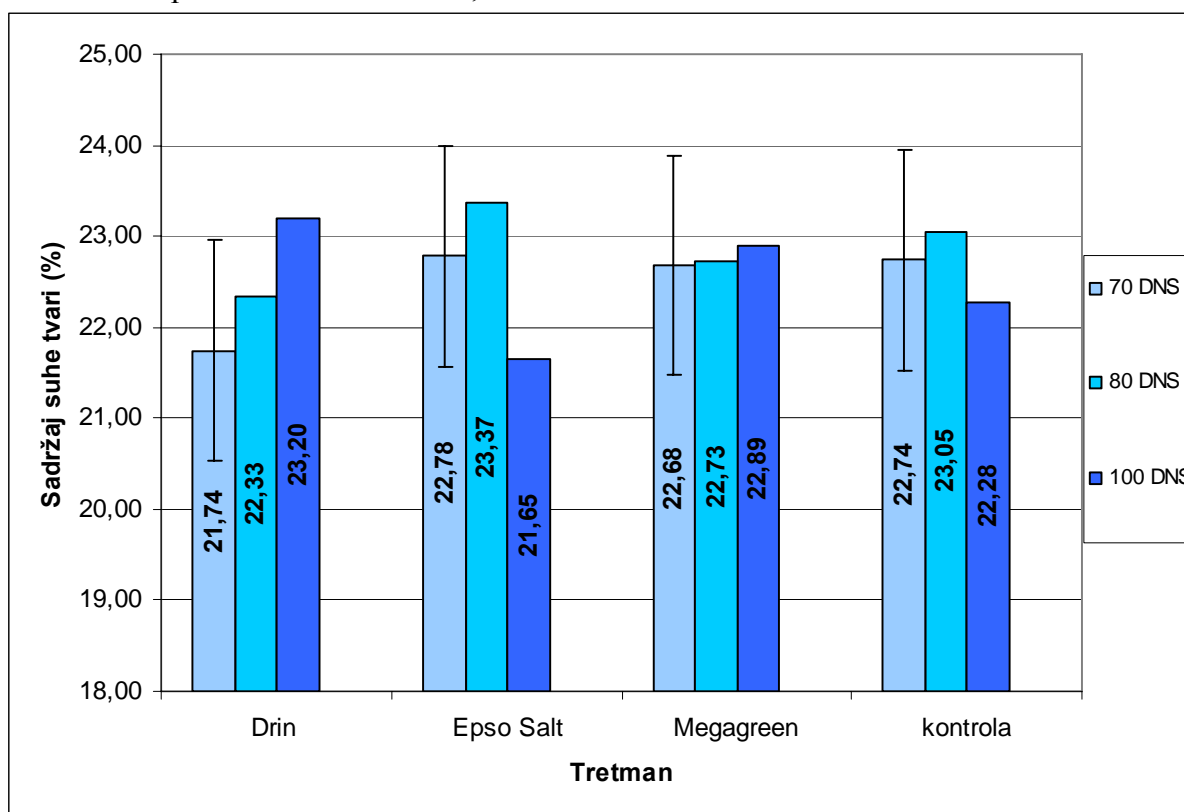
Grafikon 18. Prosječni sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,99%, barovi vrijede za usporedbu tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Utvrđena je signifikantnost interakcije DNS × tretman (tablica 22). U periodu 70 i 80 DNS nisu utvrđene značajne razlike između pojedinih tretmana u sadržaju suhe tvari u gomolju krumpira (grafikon 19). Međutim, 100 DNS utvrđen je značajno manji sadržaj suhe tvari kod tretmana Epso Salt u odnosu na tretman Drin. Između tretmana Drin, Megagreen te kontrole nije utvrđena značajna razlika u sadržaju suhe tvari u gomolju krumpira 100 DNS.

Grafikon 19. Prosječni sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom 70, 80 i 100 DNS.



LSD 0,05 = 1,21%, barovi vrijede za usporedbu tretmana unutar istog dana nakon sadnje.

5.2.2.3. Struktura prinosa gomolja u berbi

Prema rezultatima analize varijance (tablica 23) vidljivo je da je vegetacijska sezona značajno utjecala na broj gomolja veličine 0-25 mm. U 2007. broj gomolja navedene veličine iznosio je 2,1 gomolja po biljci u odnosu na 0,8 gomolja po biljci utvrđenih u 2006.

Nije utvrđen značajan utjecaj tretmana na broj gomolja veličine 0-25 mm. Prosječna vrijednost broja gomolja navedene veličine kod svih tretmana iznosila je 1,4 gomolja po biljci. Također, nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana što ukazuje da su tretmani slično reagirali u obje vegetacijske sezone.

Tablica 23. Rezultati analize varijance za strukturu prinosa gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	Broj gomolja			Masa gomolja		
		0-25 mm	25-50 mm	> 50 mm	0-25 mm	25-50 mm	> 50 mm
Vegetacijska sezona (VS)	1	*	NS	**	*	NS	**
Tretman (T)	3	NS	NS	*	NS	NS	*
VS × T	3	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Ni jedan od faktora primijenjenih u istraživanju nije značajno utjecao na broj gomolja veličine 25-50 mm (tablica 23).

S druge strane, utvrđen je značajan utjecaj vegetacijske sezone na broj gomolja veličine >50 mm. Znatno veći broj gomolja navedene veličine dobiven je u 2006. i iznosio je 4,4 gomolja po biljci, dok je u 2007. broj gomolja po biljci iznosio 1,6. Utvrđena je i značajna razlika u broju gomolja veličine >50 mm po tretmanima primijenjenima u istraživanju. Tretmani Megagreen i Epso Salt te kontrola ostvarili su prosječno 3,3 gomolja po biljci u odnosu na tretman Drin koji je ostvario 2,2 gomolja po biljci. Odsustvo interakcije između vegetacijske sezone i tretmana ukazuje na zaključak da su tretmani imali slične međusobne odnose ostvarenog broja gomolja navedene veličine u obje vegetacijske sezone.

Utvrđen je utjecaj vegetacijske sezone na masu gomolja veličine 0-25 mm (tablica 23). U 2007. vegetacijskoj sezoni dobivena je znatno veća masa gomolja veličine 0-25 mm i prosječno je iznosila 13,7 g po biljci u odnosu na 2006. (4,1 g po biljci).

Nije utvrđen utjecaj tretmana na masu gomolja veličine 0-25 mm, iako su tretman Drin i kontrola ostvarili 10,6 g po biljci navedene veličine u odnosu na 7,3 g po biljci ostvarenih pod utjecajem tretmana Megagreen i Epso Salt. Također nije utvrđena interakcija vegetacijska sezona × tretman što ukazuje da su tretmani slično reagirali u ostvarenoj masi gomolja veličine 0-25 mm u obje vegetacijske sezone.

Kao i kod broja gomolja, ni jedan od faktora primijenjenih u istraživanju nije značajno utjecao na masu gomolja veličine 25-50 mm (tablica 23).

Nasuprot tome, rezultati istraživanja pokazuju značajan utjecaj vegetacijske sezone na masu gomolja veličine >50 mm. Znatno veća masa gomolja veličine >50 mm dobivena je u

2006. i iznosila je u prosjeku 304,5 g po biljci u odnosu na 129,0 g po biljci dobivenih u 2007. vegetacijskoj sezoni.

Utvrđen je i značajan utjecaj tretmana na masu gomolja navedene veličine. Slično kao i kod broja gomolja veličine >50 mm, tretmani Megagreen i Epso Salt te kontrola ostvarili su prosječno 238,1 g po biljci u odnosu na tretman Drin koji je ostvario 152,9 g po biljci.

Svi tretmani su slično reagirali u ostvarenoj masi gomolja veličine >50 mm u obje vegetacijske sezone (tablica 23).

5.2.2.4. Koncentracija dušika 70, 80 i 100 dana nakon sadnje

Koncentracija dušika u gomolju krumpira varirala je ovisno o vegetacijskoj sezoni i DNS (tablica 24). Značajno veća koncentracija dušika dobivena je u prvoj vegetacijskoj sezoni istraživanja i u prosjeku je iznosila 1,42% u odnosu na 1,08% utvrđenih u drugoj vegetacijskoj sezoni.

Tablica 24. Rezultati analize varijance za koncentraciju dušika gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	Koncentracija N
Vegetacijska sezona (VS)	1	**
Dan nakon sadnje (DNS)	2	*
VS × DNS	2	**
Tretman (T)	3	*
VS × T	3	NS
DNS × T	6	NS
VS × DNS × T	6	NS

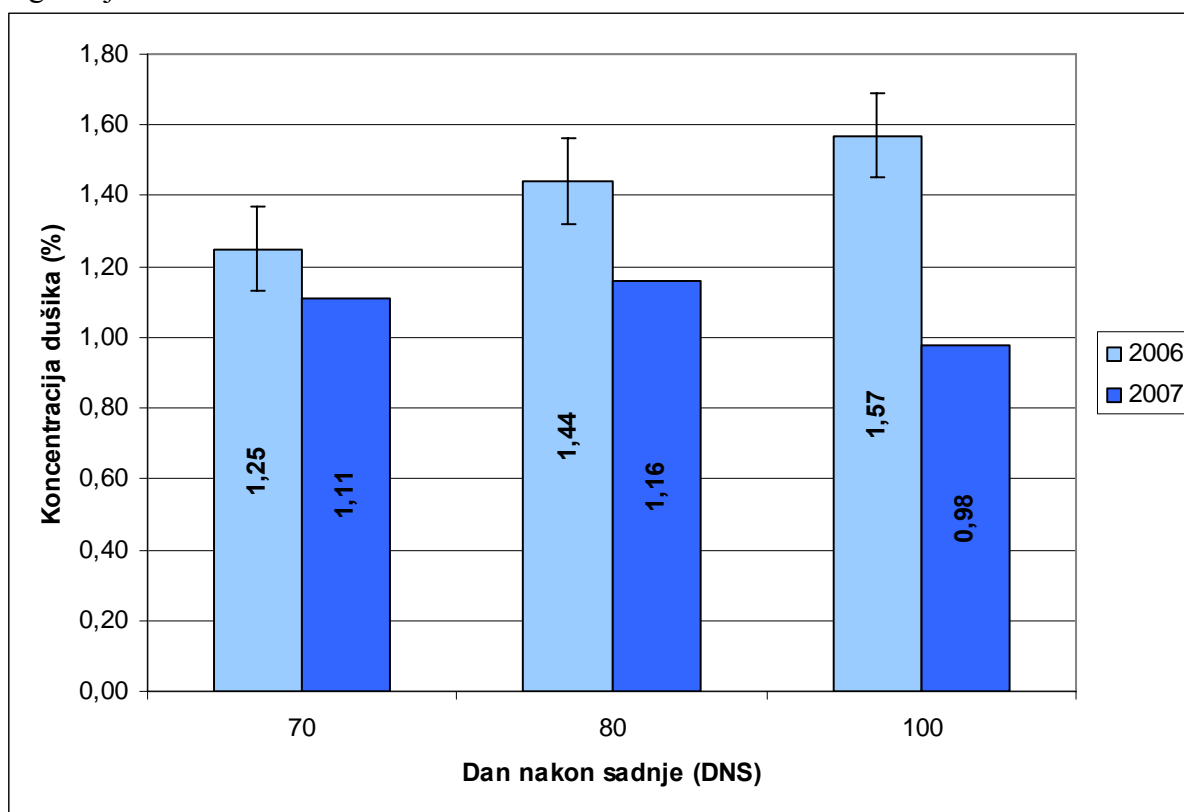
* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Značajno veća koncentracija dušika u gomolju krumpira utvrđena je 80 i 100 DNS (prosječno 1,29%) u odnosu na 1,18% utvrđenih 70 DNS. Međutim, dobivena je signifikantna interakcija između vegetacijske sezone i DNS (tablica 24). Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat činjenice da je u 2007. utvrđena značajno manja koncentracija dušika 100 DNS u usporedbi s koncentracijom dušika utvrđenom 80 i 70 DNS (grafikon 20). U 2006. koncentracija dušika se značajno povećavala s DNS. Najveća koncentracija dušika u gomolju utvrđena je 100 DNS.

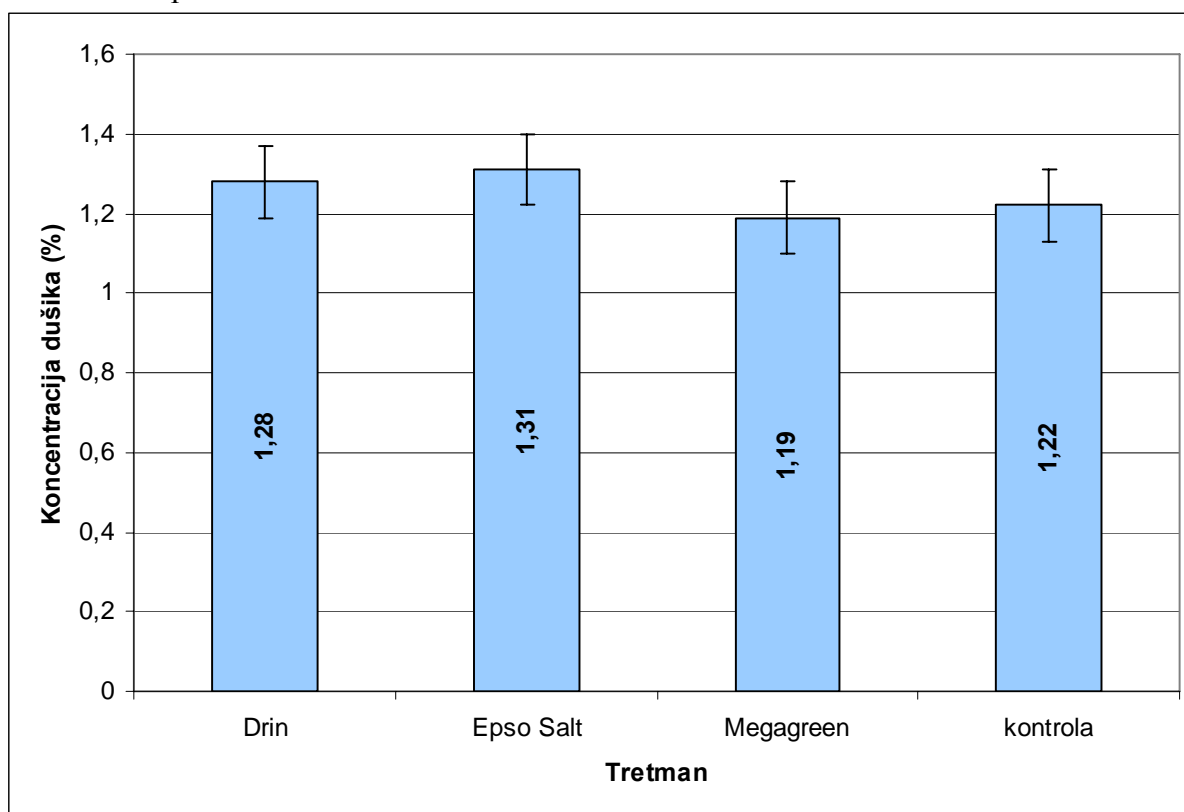
Grafikon 20. Prosječna koncentracija dušika u gomolju krumpira 70, 80 i 100 DNS u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,12%, barovi vrijede za usporedbu dana nakon sadnje unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija dušika značajno je varirala obzirom na tretmane primijenjene u istraživanju (tablica 24). Najveća koncentracija dušika u gomolju krumpira utvrđena je kod tretmana Epso Salt i prosječno je iznosila 1,31% i bila značajno veća za 7% od kontrole te za 9% veća od tretmana Megagreen (grafikon 21). Između tretmana Epso Salt i Drin te kontrole i Megagreena nisu utvrđene značajne razlike.

Grafikon 21. Prosječna koncentracija dušika u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom.



LSD 0,05 = 0,09%

Nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana što ukazuje na činjenicu da su tretmani imali slične međusobne odnose u koncentraciji dušika u obje vegetacijske sezone.

5.2.2.5. Mineralni sastav gomolja u berbi

Vegetacijska sezona nije značajno utjecala na koncentraciju fosfora u gomolju krumpira u berbi (tablica 25). Prosječna vrijednost koncentracije fosfora u gomolju u obje vegetacijske sezone iznosila je 0,49%.

Nadalje, nije utvrđen utjecaj pojedinih tretmana kao ni signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana što znači da su u obje vegetacijske sezone tretmani ostvarili slične međusobne odnose u vrijednostima koncentracije fosfora u gomolju krumpira.

Tablica 25. Rezultati analize varijance za mineralni sastav gomolja.

Izvori varijabiliteta	n-1	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS	NS	**	**
Tretman (T)	3	NS	NS	*	NS
VS × T	3	NS	NS	*	NS

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Što se tiče koncentracije kalija u gomolju krumpira, također nije utvrđena značajna razlika pod utjecajem vegetacijskih sezona (tablica 25). Prosječna vrijednost koncentracije kalija u gomolju krumpira u obje vegetacijske sezone iznosila je 1,61%.

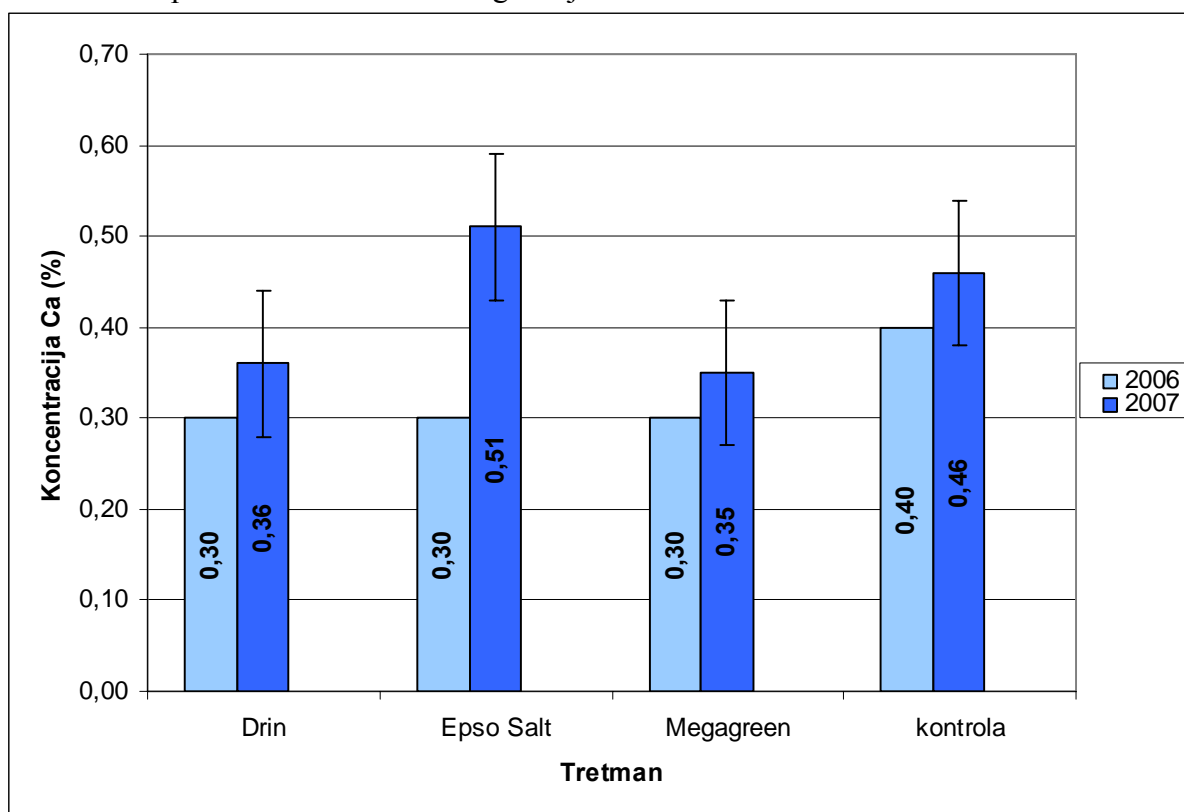
Nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji kalija u odnosu na primijenjene tretmane u istraživanju kao ni signifikantna interakcija vegetacijska sezona × tretman (tablica 25).

Rezultati istraživanja pokazali su značajno variranje koncentracije kalcija u gomolju krumpira u pojedinim vegetacijskim sezonama (tablica 25). U 2007. koncentracija kalcija u gomolju iznosila je 0,42% u odnosu na 0,30% u 2006.

Koncentracija kalcija značajno je varirala obzirom na tretmane primijenjene u istraživanju (tablica 25). Najveća koncentracija kalcija u gomolju krumpira ostvarena je kod tretmana Epso Salt te kontrole i u prosjeku je iznosila 0,26% i bila je značajno veća za 27% u odnosu na koncentraciju kalcija dobivenu kod tretmana Drin i Megagreen (0,19%).

Signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana (tablica 25) ukazuje na zaključak da je koncentracija kalcija u gomolju značajno varirala pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. značajno najveća koncentracija kalcija u gomolju krumpira utvrđena je kod kontrole u odnosu na folijarne tretmane primijenjene u istraživanju (grafikon 22). Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji kalcija između folijarnih tretmana u 2006. U 2007. značajno veća koncentracija kalcija u gomolju dobivena je kod tretmana Epso Salt i kontrole i u prosjeku je iznosila 0,49% te bila značajno veća za 27% u odnosu na tretmane Megagreen i Drin.

Grafikon 22. Prosječna koncentracija kalcija u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,08%, barovi vrijede za usporedbu tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija magnezija u gomolju krumpira značajno je varirala obzirom na vegetacijsku sezonu (tablica 25). U 2006. dobivena je značajno veća koncentracija magnezija u gomolju i prosječno je iznosila 0,160% što je bilo za 29% više u odnosu na 0,114% dobivenih u 2007.

Koncentracija magnezija nije varirala pod utjecajem primijenjenih tretmana iako je tretman Epso Salt ostvario neznatno veći postotak magnezija od 0,148% u odnosu na ostale tretmane (0,133%). Štoviše, nije utvrđena ni značajna razlika u koncentraciji magnezija između vegetacijske sezone i tretmana što znači da su tretmani slično reagirali u ostvarenim vrijednostima koncentracije magnezija u 2006. i 2007. (tablica 25).

5.2.3. Utjecaj folijarnih gnojiva na rast i razvoj krumpira uslijed nedostatka vode

5.2.3.1. Indeks sadržaja klorofila u listu krumpira

Indeks sadržaj klorofila nije značajno varirao obzirom na vegetacijsku sezonu (tablica 26). U 2006. indeks sadržaja klorofila iznosio je 31,3 i bio veći za 21% od indeksa sadržaja klorofila u 2007. koji je iznosio 24,9, no ta razlika nije bila značajna.

Tretman nije imao značajan utjecaj na indeks sadržaja klorofila u listu krumpira iako su tretmani Drin i Megagreen ostvarili nešto veći indeks sadržaja klorofila, od 30,2 odnosno 30,0, dok su tretman Epso Salt i kontrola ostvarili indeks sadržaja klorofila od 24,7 i 27,3. Štoviše, nije utvrđena ni interakcija između vegetacijske sezone i tretmana, što jasno upućuje na zaključak da su tretmani slično reagirali u vrijednostima indeksa sadržaja klorofila u obje vegetacijske sezone.

U uvjetima stresa uslijed nedostatka vode ostvaren je indeks sadržaja klorofila od 26,4 što je bilo za 11% manje u odnosu na indeks sadržaja klorofila u ne stresnim uvjetima (29,7), no ta razlika nije bila značajno opravdana.

Tablica 26. Rezultati analize varijance za indeks sadržaja klorofila u listu krumpira u uvjetima stresa.

Izvori varijabiliteta	n-1	Indeks sadržaja klorofila
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS
Tretman (T)	3	NS
VS × T	3	NS
Stres (S)	1	NS
VS × S	1	**
T × S	3	NS
VS × T × S	3	NS
Vrijeme mjerenja (V)	1	**
VS × V	1	NS
T × V	3	NS
S × V	1	NS
VS × T × V	3	NS
VS × S × V	1	*
T × S × V	3	NS
VS × T × S × V	3	NS

* signifikantno na razini 0,05

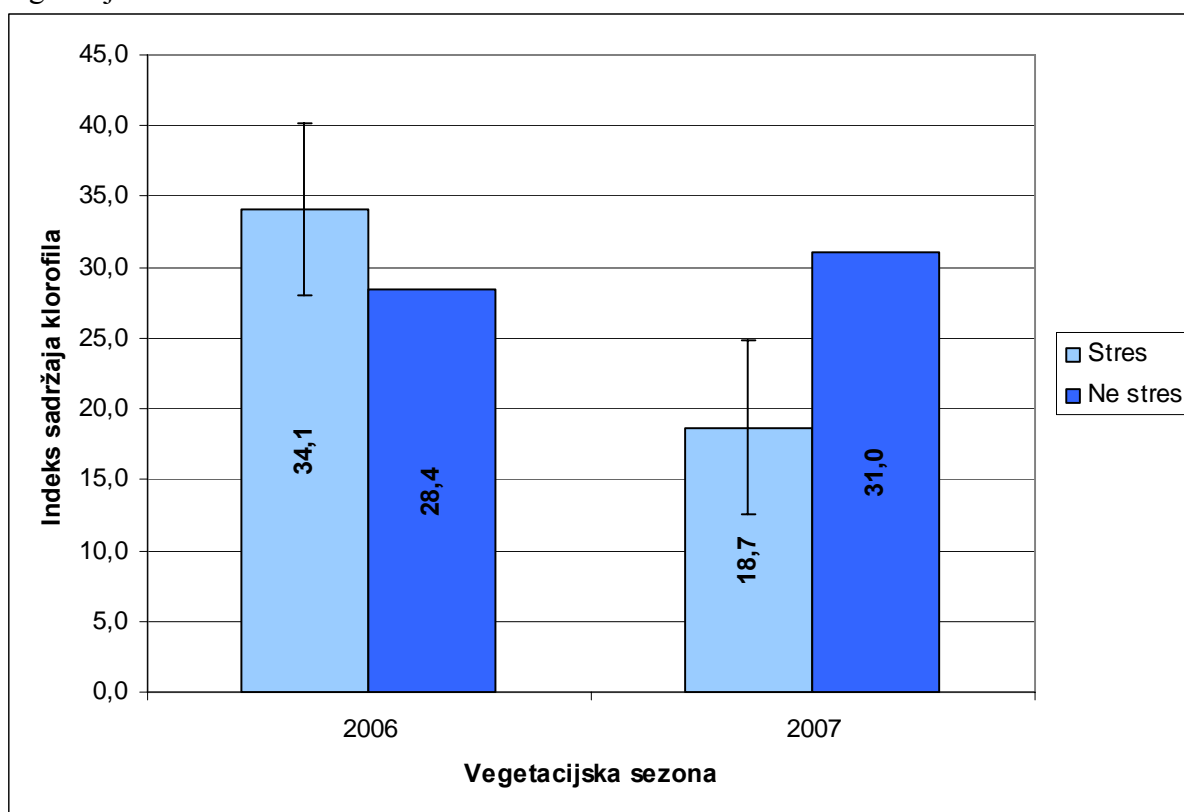
** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Međutim, ostvarena je signifikantna interakcija između vegetacijske sezone i stresa (tablica 26) što znači da se indeks sadržaja klorofila značajno razlikovao ovisno o stresnim i ne stresnim uvjetima u pojedinim vegetacijskim sezonama (grafikon 23). U 2006. nije ostvarena značajna razlika u indeksu sadržaja klorofila u stresnim i ne stresnim uvjetima. U 2007. indeks sadržaja klorofila u stresnim uvjetima iznosio je 18,7 i bio je značajno manji, za 40%, u odnosu na ne stresne uvjete.

Odsustvo interakcija tretman \times stres i vegetacijska sezona \times tretman \times stres (tablica 26) upućuje na zaključak da se indeks sadržaja klorofila pod utjecajem tretmana nije značajno razlikovao u stresnim i ne stresnim uvjetima u obje vegetacijske sezone.

Grafikon 23. Prosječni indeks sadržaja klorofila u stresnim i ne stresnim uvjetima u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 6,08, barovi vrijede za usporedbu stresnih i ne stresnih uvjeta unutar iste vegetacijske sezone.

Indeks sadržaja klorofila značajno se razlikovao ovisno o vremenu mjerenja (tablica 26). U fazi pune tuberizacije 92 DNS indeks sadržaja klorofila iznosio je 30,7 i bio značajno veći od indeksa sadržaja klorofila ostvarenog 96 DNS koji je iznosio 25,4.

Nije utvrđena signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i vremena mjerenja u fazi pune tuberizacije što znači da indeks sadržaja klorofila nije značajno varirao 92 DNS i 96 DNS u obje vegetacijske sezone.

Nadalje, odsustvo interakcije tretman \times vrijeme ukazuje da su tretmani imali slične međusobne odnose u vrijednostima indeksa sadržaja klorofila 92 DNS i 96 DNS.

Utvrđena je i nesignifikantnost interakcije stres \times vrijeme što znači da vrijednosti indeksa sadržaja klorofila nisu značajno varirale 92 DNS i 96 DNS u stresnim i ne stresnim uvjetima.

5.2.3.2. Prinos i struktura prinosa gomolja

Iz tablice 27 vidljivo je da je vegetacijska sezona značajno utjecala na prinos gomolja krumpira. Značajno veći prinos gomolja utvrđen je u 2006. (457 g po biljci) u odnosu na 2007. (330 g po biljci).

Utvrđen je značajan utjecaj tretmana na prinos gomolja krumpira. Kod kontrole je ostvaren prinos gomolja od 412 g po biljci koji se nije značajno razlikovao od prinosa gomolja ostvarenog kod tretmana Megagreen (410 g po biljci) i Epso Salt (396 g po biljci). Tretman Drin ostvario je prinos gomolja od 357 g po biljci koji je bio značajno manji od tretmana Megagreena i kontrole. Između tretmana Drin i Epso Salt nije ostvarena statistički značajna razlika.

Tablica 27. Rezultati analize varijance za prinos i broj gomolja te strukturu prinosa u uvjetima stresa.

Izvori varijabiliteta	n-1	Prinos	Broj	Broj gomolja		
				0-25 mm	25-50 mm	>50 mm
Vegetacijska sezona (VS)	1	**	*	NS	NS	**
Tretman (T)	3	*	NS	NS	NS	*
VS \times T	3	NS	NS	NS	NS	NS
Stres (S)	1	**	NS	NS	NS	*
VS \times S	1	**	NS	NS	NS	NS
T \times S	3	*	NS	NS	NS	*
VS \times T \times S	3	NS	NS	NS	NS	NS

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

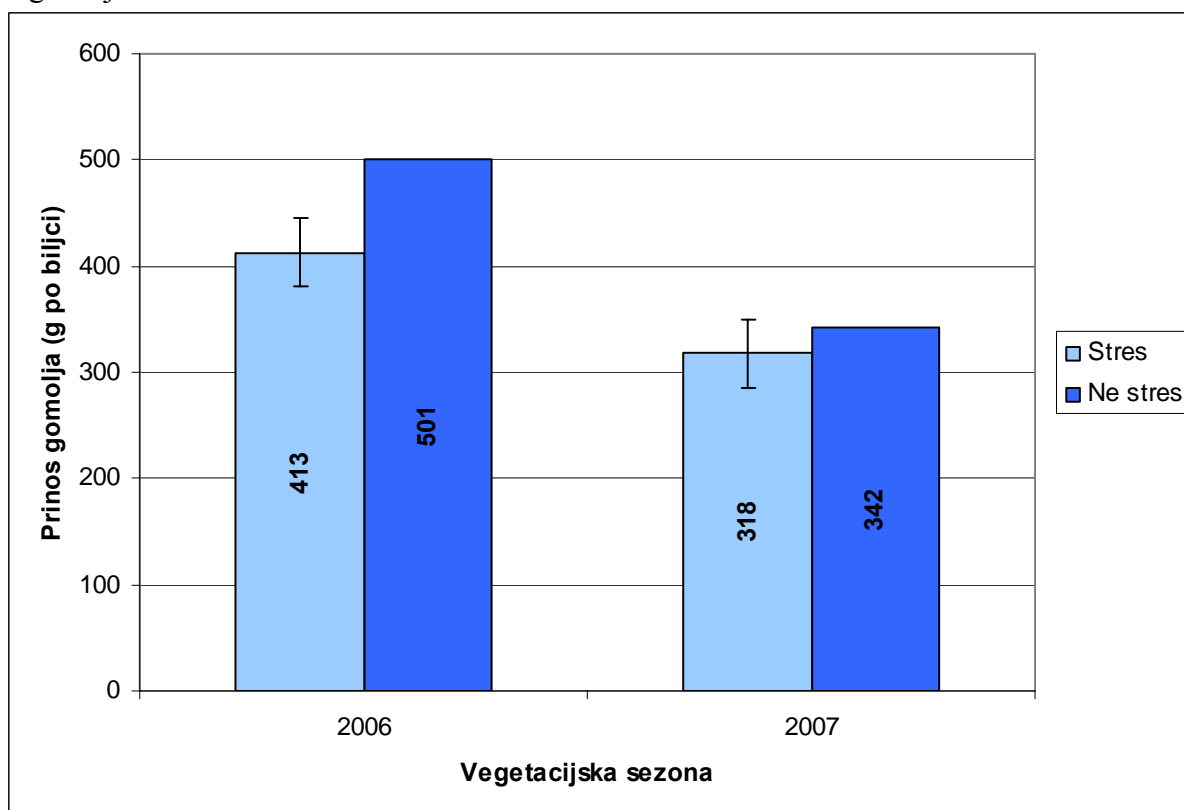
NS nije signifikantno

Nadalje, odsustvo interakcije između vegetacijske sezone i tretmana ukazuje na činjenicu da su tretmani imali slične međusobne odnose u prinosu gomolja u obje vegetacijske sezone.

Prinos gomolja krumpira značajno je smanjen u uvjetima stresa uslijed nedostatka vode za prosječno 14% i iznosio je 365 g po biljci u usporedbi s 422 g po biljci u ne stresnim uvjetima.

Signifikantna interakcija između vegetacijske sezone i stresa (tablica 27) ukazuje na zaključak da se prinos gomolja krumpira znatno razlikovao obzirom na stresne i ne stresne uvjete u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. ostvaren je značajno veći prinos gomolja krumpira za 18% u ne stresnim uvjetima u odnosu na uvjete stresa (grafikon 24). U 2007. nije ostvarena značajna razlika u prinosu gomolja u uvjetima uslijed stresa i ne stresa.

Grafikon 24. Prosječni prinos gomolja krumpira u stresnim i ne stresnim uvjetima u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.

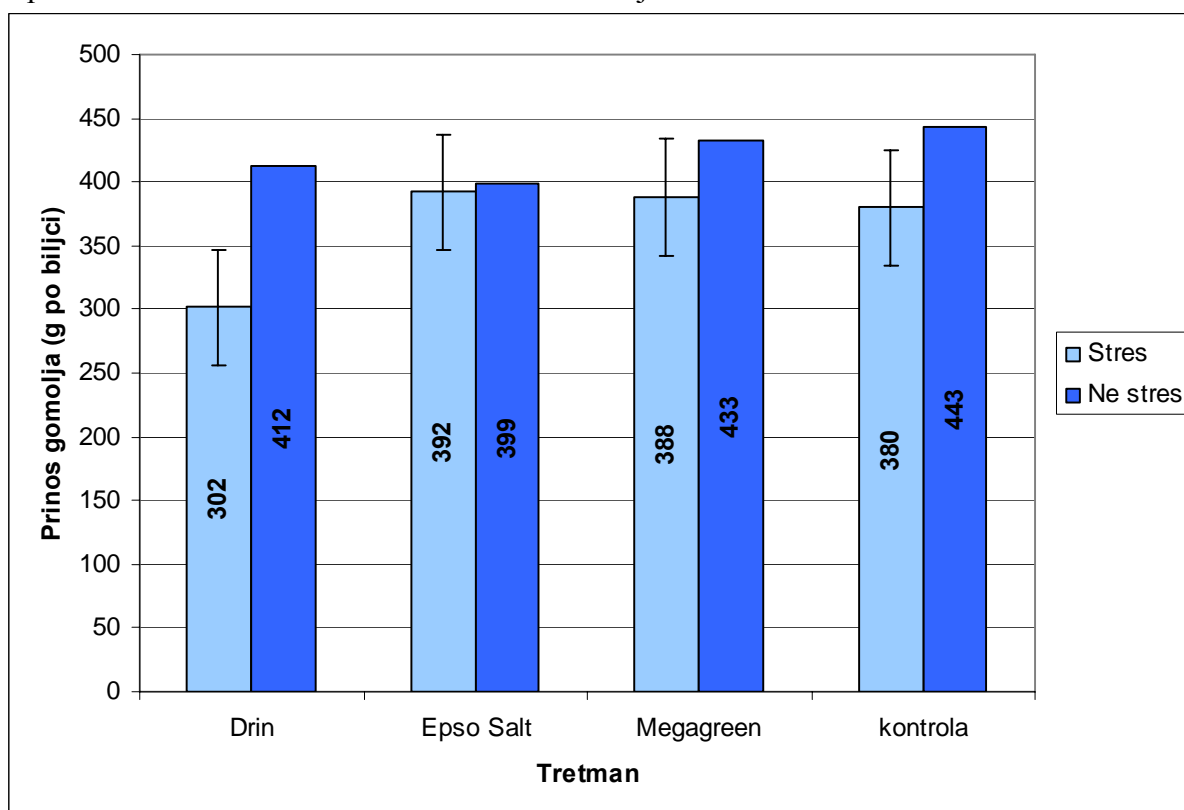


LSD 0,05 = 32,0 g po biljci, barovi vrijede za usporedbu stresnih i ne stresnih uvjeta unutar iste vegetacijske sezone.

Tretmani su se međusobno značajno razlikovali u ostvarenom prinosu gomolja u stresnim i ne stresnim uvjetima (tablica 27). Tretmani Drin, Megagreen i kontrola ostvarili su

značajno veći prinos gomolja krumpira u ne stresnim uvjetima u odnosu na uvjete stresa (grafikon 25). U tretmana Epso Salt nije ostvarena značajna razlika u prinosu gomolja u stresnim i ne stresnim uvjetima. Što se tiče prinosa gomolja ostvarenog između različitih tretmana unutar stresnih uvjeta, rezultati istraživanja su pokazali da je tretman Epso Salt u uvjetima stresa ostvario najveći prinos gomolja od 392 g po biljci, no ta razlika nije bila značajna u odnosu na prinose dobivene kod kontrole (380 g po biljci) i Megagreena (388 g po biljci). Kod sva tri navedena tretmana utvrđen je značajno veći prinos gomolja od prinosa dobivenog kod tretmana Drin (302 g po biljci) u stresnim uvjetima. U ne stresnim uvjetima nije utvrđena značajna razlika u prinosu gomolja između različitih tretmana, iako je tretman Epso Salt ostvario najmanji prinos gomolja od 399 g po biljci.

Grafikon 25. Prosječan prinos gomolja krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u stresnim i ne stresnim uvjetima.



LSD 0,05 = 45,3 g po biljci, barovi vrijede za usporedbu tretmana u stresnim i ne stresnim uvjetima.

Nije utvrđena signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone, tretmana i stresa na prinos gomolja krumpira (tablica 27).

Iz rezultata analize varijance (tablica 27) vidljivo je da je vegetacijska sezona značajno utjecala na broj gomolja krumpira po biljci. U 2006. utvrđen je značajno veći broj gomolja po biljci (12,5) što je bilo za 33% više od broja gomolja po biljci ostvarenog u 2007. koji je iznosio 8,4.

Tretmani se međusobno nisu razlikovali po ostvarenom broju gomolja po biljci (tablica 27). Prosječan broj gomolja po biljci kod svih tretmana iznosio je 10,5.

Odsustvo interakcije vegetacijska sezona \times tretman ukazuje na činjenicu da su tretmani u istraživanju slično reagirali po ostvarenom broju gomolja po biljci u 2006. i 2007.

Broj gomolja po biljci nije se značajno razlikovao u uvjetima stresa u usporedbi s ne stresnim uvjetima. Također, nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone i stresa, što znači da se broj gomolja po biljci nije razlikovao u stresnim i ne stresnim uvjetima unutar pojedinih vegetacijskih sezona, mada je ostvaren veći broj gomolja po svim tretmanima u 2006. u odnosu na 2007.

Rezultatima istraživanja nije dobivena signifikantnost interakcije između tretmana i stresa te između vegetacijske sezone, tretmana i stresa što ukazuje na zaključak da su tretmani ostvarili slične međusobne odnose broja gomolja po biljci u stresnim i ne stresnim uvjetima u obje vegetacijske sezone.

Iz tablice 27 vidljivo je da ni jedan od faktora primijenjenih u istraživanju kao ni interakcije između pojedinih faktora nije značajno utjecao na broj gomolja veličine 0-25 i 25-50 mm.

Nasuprot tome, vegetacijska sezona značajno je utjecala na broj gomolja veličine >50 mm (tablica 27). Znatno veći broj gomolja navedene veličine po biljci dobiven je u 2006. i iznosio je 3,9, dok je u 2007. dobiven broj gomolja po biljci od 1,3.

Utvrđen je značajan utjecaj tretmana na broj gomolja veličine >50 mm budući da su tretmani Epso Salt i Megagreen ostvarili značajno veći broj gomolja navedene veličine od 3,2 gomolja po biljci od tretmana Drin koji je ostvario broj gomolja navedene veličine po biljci od 1,7. Nije utvrđena značajna razlika u broju gomolja veličine >50 mm između tretmana Epso Salt, Megagreen i kontrole (2,3 gomolja po biljci) kao ni između tretmana Drin i kontrola. Međutim, nije ostvarena značajna razlika između vegetacijske sezone i tretmana (tablica 27) što ukazuje na činjenicu da su tretmani slično reagirali u broju gomolja veličine >50 mm u obje vegetacijske godine.

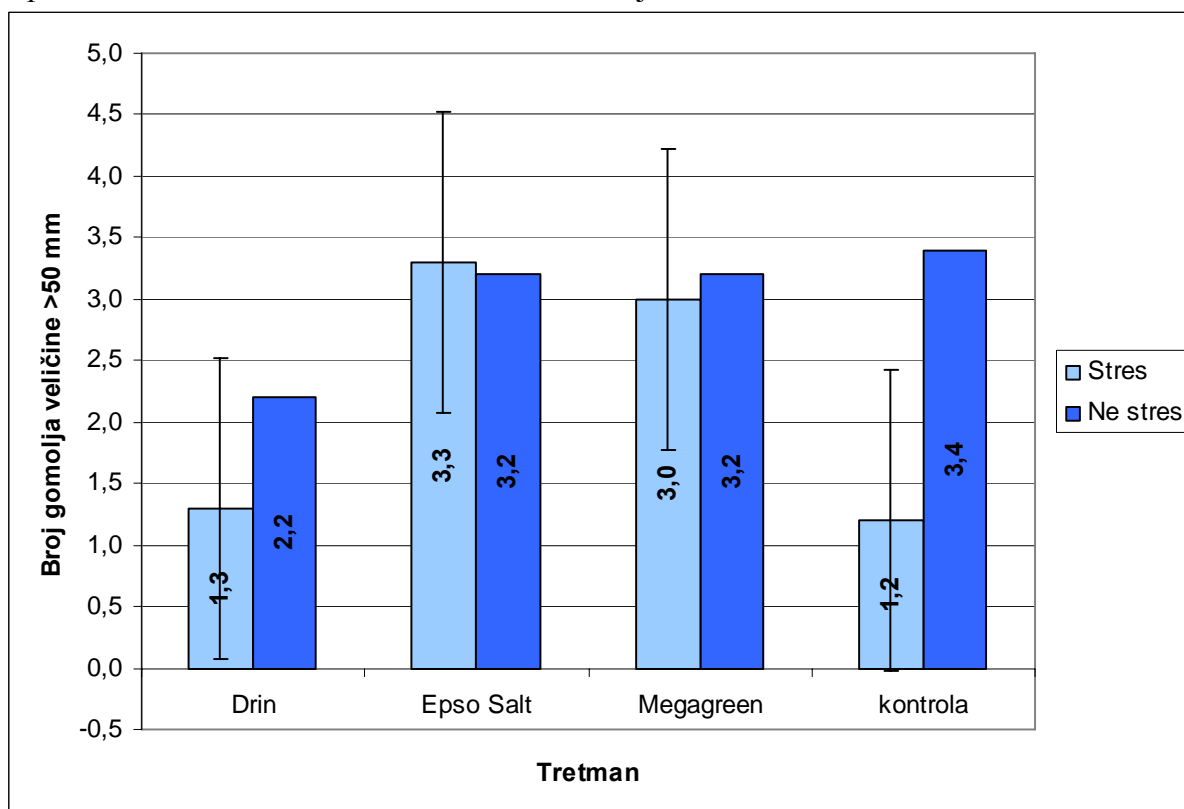
U uvjetima stresa uslijed nedostatka vode utvrđen je znatno manji broj gomolja po biljci veličine >50 mm koji je iznosio 2,2 i bio manji za 27% u odnosu na broj gomolja dobiven u ne stresnim uvjetima (3,0 gomolja po biljci).

Nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone i stresa (tablica 27) što znači da je smanjenje vrijednosti broja gomolja veličine >50 mm u stresnim uvjetima imalo sličan trend u obje vegetacijske sezone. Međutim signifikantna interakcija tretman × stres navodi na činjenicu da se broj gomolja veličine >50 mm znatno razlikovao u stresnim i ne stresnim uvjetima pod utjecajem tretmana (tablica 27). Kod tretmana Drin, Epso Salt i Megagreen nije utvrđena značajna razlika u broju gomolja veličine >50 mm u stresnim i ne stresnim uvjetima (grafikon 26). Međutim, kod kontrole dobiven je značajno veći broj gomolja navedene veličine u ne stresnim uvjetima u usporedbi s uvjetima stresa.

Što se tiče broja gomolja veličine >50 mm ostvarenog između različitih tretmana unutar stresnih uvjeta, rezultati istraživanja su pokazali da su tretmani Epso Salt i Megagreen ostvarili značajno veći broj gomolja navedene veličine po biljci (3,2) od tretmana Drin i kontrole (1,3). U ne stresnim uvjetima nije utvrđena značajna razlika u broju gomolja veličine >50 mm između različitih tretmana.

Nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone, tretmana i stresa za istraživano svojstvo (tablica 27).

Grafikon 26. Prosječan broj gomolja veličine >50 mm nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u stresnim i ne stresnim uvjetima.



LSD 0,05 = 1,22, za usporedbu tretmana u stresnim i ne stresnim uvjetima.

5.2.3.3. Fiziološki poremećaji u rastu gomolja

Vegetacijska sezona nije značajno utjecala na pojavu smeđih mrlja u gomolju krumpira, iako je u 2006. ostvaren veći broj gomolja sa smeđim mrljama (0,83 gomolja po biljci) u odnosu na 2007. kada je spomenuta vrijednost iznosila 0,33 gomolja po biljci (tablica 28).

Broj gomolja sa smeđim mrljama nije bio pod utjecajem tretmana primijenjenih u istraživanju.

Nije ostvarena ni signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times tretman što ukazuje na činjenicu da su tretmani slično reagirali obzirom na pojavu smeđih mrlja u obje vegetacijske sezone.

Tablica 28. Rezultati analize varijance za broj gomolja sa smeđim mrljama u uvjetima stresa.

Izvori varijabiliteta	n-1	Broj gomolja sa smeđim mrljama
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS
Tretman (T)	3	NS
VS \times T	3	NS
Stres (S)	1	**
VS \times S	1	NS
T \times S	3	*
VS \times T \times S	3	**

* signifikantno na razini 0,05

** signifikantno na razini 0,01

NS nije signifikantno

Broj gomolja sa smeđim mrljama značajno je varirao ovisno o stresnim i ne stresnim uvjetima. U ne stresnim uvjetima postignut je veći broj gomolja sa smeđim mrljama i iznosio je 0,83 gomolja po biljci u odnosu na 0,33 gomolja po biljci dobivenih u stresnim uvjetima.

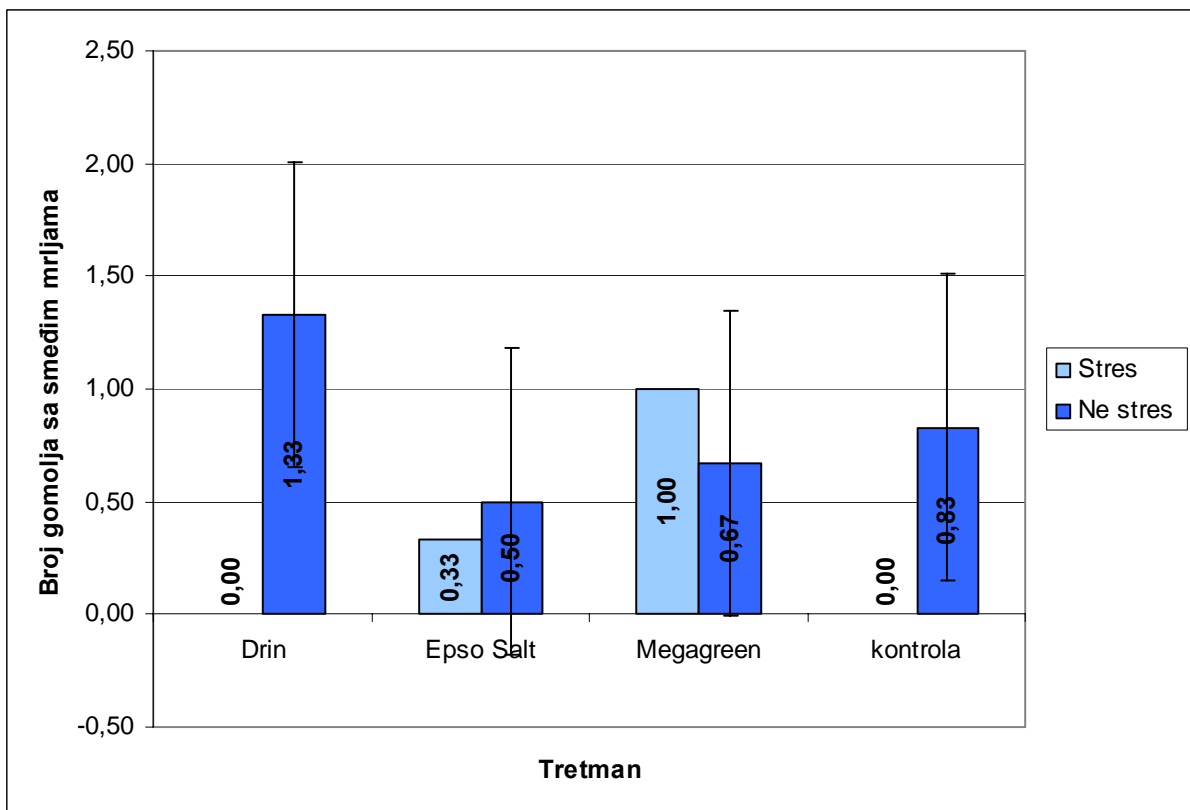
Odsustvo interakcije između vegetacijske sezone i stresa ukazuje na zaključak da je broj gomolja sa smeđim mrljama bio veći u ne stresnim uvjetima u odnosu na stresne uvjete u obje vegetacijske sezone.

Tretmani su se međusobno razlikovali u stresnim i ne stresnim uvjetima, na što ukazuje signifikantna interakcija između tretmana i stresa (tablica 28). Tretman Drin i kontrola ostvarili su značajno veći broj gomolja sa smeđim mrljama u ne stresnim uvjetima u odnosu na stresne uvjete (grafikon 27). Kod tretmana Epso Salt i Megagreen nije ostvarena značajna razlika u broju gomolja sa smeđim mrljama u stresnim i ne stresnim uvjetima.

Što se tiče broja gomolja sa smeđim mrljama ostvarenog između različitih tretmana unutar stresnih uvjeta, rezultati istraživanja su pokazali da je tretman Megagreen ostvario

značajno veći broj gomolja od tretmana Drin, Epso Salt i kontrole. U ne stresnim uvjetima tretman Drin ostvario je značajno veći broj gomolja sa smeđim mrljama u odnosu na tretmane Epso Salt i Megagreen. Nije bilo značajne razlike u broju gomolja sa smeđim mrljama u ne stresnim uvjetima između tretmana Epso Salt, Megagreen i kontrola.

Grafikon 27. Prosječan broj gomolja sa smeđim mrljama po biljci nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u stresnim i ne stresnim uvjetima.



LSD 0,05 = 0,68, za usporedbu tretmana u stresnim i ne stresnim uvjetima.

6. RASPRAVA

U poljskim pokusima prinos gomolja krumpira značajno se razlikovao pod utjecajem vegetacijske sezone. U 2004. utvrđen je značajno veći prinos gomolja od $46,5 \text{ t ha}^{-1}$ u odnosu na $39,2 \text{ t ha}^{-1}$ utvrđene 2005. Veći prinos gomolja u 2004. rezultat je većeg broja formiranih gomolja, ali sitnije frakcije. Rezultati pokazuju da je u 2004. utvrđena značajno veća masa gomolja veličine 0-35 mm i prosječno je iznosila $5,54 \text{ t ha}^{-1}$ u odnosu na 2005. u kojoj je utvrđeno $1,63 \text{ t ha}^{-1}$. Također je u 2004. utvrđena veća masa gomolja veličine 35-55 mm i prosječno je iznosila $19,93 \text{ t ha}^{-1}$ u odnosu na $5,93 \text{ t ha}^{-1}$ utvrđenih u 2005. Naime, u 2004. tijekom faze inicijacije gomolja palo je više od 60 mm kiše što je pogodovalo većim brojem zametnutih gomolja. Shock i sur. (1992) navode da je broj gomolja reduciran ako se stres uslijed nedostatka vode pojavi rano u vegetaciji, u vrijeme ili prije inicijacije gomolja. Nadalje, u istoj 2004. faza nalijevanja gomolja tijekom srpnja i do sredine kolovoza popraćena je s vrlo malo padalina, u odnosu na 2005., što je spriječilo translokaciju asimilata u gomolje te njihovo daljnje zadebljanje što potvrđuju i rezultati istraživanja. Tako je u 2004. dobivena značajno manja masa gomolja veličine $>50 \text{ mm}$ i iznosila je $19,9 \text{ t ha}^{-1}$ u odnosu na $31,6 \text{ t ha}^{-1}$ utvrđenih 2005. Nadalje, King i sur. (2003) utvrdili su da vodni stres tijekom nalijevanja gomolja rezultira u smanjenom postotku krupnijih gomolja.

U vegetacijskoj sezoni 2004. utvrđen je značajno veći sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira i prosječno je iznosio 27,97% u odnosu na vegetacijsku sezonu 2005. godine u kojoj je zabilježeno 23,04% suhe tvari. Inače, postotak suhe tvari se povećava tijekom vegetacije i u gomolju krumpira se kreće od 10% u fazi inicijacije gomolja do 15-25% u fiziološkoj zriobi. Općenito sortu Courage karakterizira visoki postotak suhe tvari od 23,9%. Postotak suhe tvari ovisi o kultivaru, trajanju vegetacije, prosječnoj temperaturi tijekom vegetacije i pristupačnosti vode naročito na kraju vegetacijske sezone (Vreugdenhil i sur., 2008). Razlog povećanom postotku suhe tvari u gomolju krumpira u 2004. vjerojatno je period suše na kraju vegetacije (palo je svega 5,8 mm kiše). Naime umjereni vodni stres na kraju vegetacije obično dovodi do povećanja postotka suhe tvari (Haverkort i sur., 1992; DeBlonde i sur., 1999).

Prinos gomolja krumpira značajno je varirao pod utjecajem tretmana u obje vegetacijske sezone na što ukazuje signifikantna interakcija vegetacijska sezona \times tretman. U 2004. tretman Stopit ostvario je značajno najmanji prinos gomolja krumpira od $37,1 \text{ t ha}^{-1}$ u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu ($49,7$; $50,0$; $49,1 \text{ t ha}^{-1}$ respektivno). U 2005. tretman Stopit ostvario je najveći prinos gomolja krumpira od $45,7 \text{ t ha}^{-1}$ što je bilo značajno

veće od tretmana Drin (36,4 t ha⁻¹). Između tretmana Stopit, tretmana Epso Salt i kontrole nisu utvrđene značajne razlike u prinosu gomolja krumpira.

Nije utvrđena signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana na veličinu gomolja krumpira od 0-35 mm te 35-55 mm, što jasno upućuje na zaključak da su svi folijarni tretmani slično reagirali u obje vegetacijske sezone. Međutim, utvrđena je signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana u ostvarenoj masi gomolja veličine >50 mm što znači da su se tretmani međusobno razlikovali u obje vegetacijske sezone. Tijekom 2004. značajno manju masu gomolja veličine >50 mm ostvario je tretman Stopit (11,7 t ha⁻¹) u odnosu na tretmane Drin (25,7 t ha⁻¹) te kontrolu (22,7 t ha⁻¹). Između tretmana Stopit i Epso Salt nije utvrđena značajna razlika, iako je tretman Stopit ostvario manju masu gomolja navedene veličine za 39% od tretmana Epso Salt (19,3 t ha⁻¹). Tijekom 2005. nije utvrđena značajna razlika u masi gomolja veličine >50 mm između folijarnih tretmana primijenjenih u istraživanju.

Nije utvrđen značajan utjecaj tretmana na sadržaj suhe tvari gomolja krumpira. Svi tretmani su imali slične međusobne odnose u postignutom sadržaju suhe tvari u gomolju u obje vegetacijske sezone na što je i ukazala nesignifikantna interakcija vegetacijska sezona × tretman.

Koncentracija ukupnog dušika u suhoj tvari gomolja značajno je varirala pod utjecajem tretmana primijenjenih u istraživanju. Značajno najmanja koncentracija dušika u gomolju krumpira od 1,37% utvrđena je kod tretmana Stopit u odnosu na ostale tretmane. Tretman Epso Salt ostvario je prosječnu koncentraciju dušika od 1,56% dok su kontrola i Drin ostvarili 1,64% dušika u gomolju krumpira. Između tretmana Epso Salt, Drin i kontrole nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika. Prosječna koncentracija fosfora u gomolju krumpira također je značajno varirala ovisno o primijenjenom tretmanu. Kod tretmana Stopit utvrđena je značajno najmanja koncentracija fosfora od 0,39% u odnosu na tretmane Drin (0,48%), Epso Salt (0,48%) i kontrolu (0,50%). Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji fosfora između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole. Ni za koncentraciju dušika kao ni za koncentraciju fosfora u gomolju krumpira nisu utvrđene značajne interakcije između vegetacijskih sezona i tretmana što znači da se tretmani nisu međusobno razlikovali u koncentraciji dušika i fosfora u obje vegetacijske sezone. Koncentracija kalija u gomolju krumpira nije bila pod utjecajem primijenjenih tretmana i prosječno je iznosila 3,04%. Međutim, koncentracija kalija značajno je varirala pod utjecajem tretmana u obje vegetacijske sezone. U 2004. tretman Stopit ostvario je značajno najmanju koncentraciju kalija u gomolju krumpira od 2,34% u odnosu na tretmane Drin (3,43%), Epso Salt (3,12%) i kontrolu

(3,27%). U 2005. tretman Stopit ostvario je najveću koncentraciju kalija od 3,85% u odnosu na tretmane Drin (3,00%), Epso Salt (2,69%) i kontrolu (2,52%). Tretmani Drin, Epso Salt i kontrola nisu se značajno razlikovali u koncentraciji kalija u vegetacijskim sezonama 2004. i 2005. Koncentracija kalcija značajno je varirala pod utjecajem tretmana. Ponovno je tretman Stopit ostvario značajno najmanju koncentraciju kalcija od 0,14% što je bilo manje u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu (0,19%). Nadalje, koncentracija kalcija značajno je varirala pod utjecajem tretmana u vegetacijskim sezonama na što je ukazala signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times tretman. Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat djelovanja tretmana Stopit koji je u 2004. ostvario značajno najveću koncentraciju kalcija u gomolju krumpira u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. U 2004. između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji kalcija. U 2005. tretman Stopit je ostvario najmanju koncentraciju kalcija u gomolju od 0,26% za razliku od tretmana Drin (0,35%), Epso Salt (0,37%) i kontrole (0,36%). Tretmani Drin, Epso Salt i kontrola nisu se značajno razlikovali u koncentraciji kalcija u gomolju krumpira. Koncentracija magnezija nije se razlikovala pod utjecajem tretmana primijenjenih u istraživanju. Prosječna vrijednost koncentracije magnezija u gomolju krumpira kod svih tretmana iznosila je 0,100%. Poljak i sur. (2006) istraživali su utjecaj gnojidbe dušikom (0,100,150, 200 i 250 kg ha⁻¹) na mineralni sastav gomolja krumpira. Utvrdili su da je koncentracija dušika varirala od 1,62% (kod 0 kg ha⁻¹ N) do 1,79% (kod 250 kg ha⁻¹ N). Koncentracija kalcija u gomolju također je bila značajno veća s primjenom veće doze dušika i varirala je od 0,19% kod kontrolne varijante do 0,24% kod primjene 250 kg ha⁻¹ dušika. Autori su također utvrdili da koncentracija fosfora, kalija i magnezija nije značajno varirala ovisno o gnojidbi dušika. Prosječna koncentracija fosfora u gomolju krumpira iznosila je 0,46%, kalija 2,20% i magnezija 0,146%. Boligłowa i Dzienia (1999) istraživali su utjecaj folijarne gnojidbe sa 6% -tnom otopinom uree (4 \times 8,3 kg N ha⁻¹), kompleksnim gnojivom Agrosol-K (N, Mg, Zn, Fe, B, Cu, Mn, Mo) u dozi od 4 \times 1,5 L ha⁻¹ i gnojidbe putem tla (33,2 kg ha⁻¹ N) na kemijski sastav gomolja krumpira. Nisu utvrđene značajne razlike u kemijskom sastavu gomolja između folijarne gnojidbe i gnojidbe putem tla. Autori su utvrdili sljedeće koncentracije minerala u gomolju krumpira: dušika 1,82%; fosfora 0,35%, kalija 2,75%, kalcija 0,14% i magnezija 0,093%. Chapagain i Wiesman (2004) navode da folijarna primjena 1%-tne otopine monokalcijevog fosfata 40, 70 i 100 dana nakon sadnje u odnosu na kontrolnu varijantu nije utjecala na koncentraciju dušika, fosfora, kalija i kalcija u plodu rajčice. Koncentracija magnezija značajno je varirala s folijarnom. Autori navode da je mogući uzrok povećane koncentracije magnezija u plodu rajčice, pod utjecajem tretmana, u većoj razini

magnezija u tkivu lista. Rivero i sur. (2003) navode da je mineralni sastav krumpira pod utjecajem mnogih faktora kao što su kultivar, tlo, klima, agrotehničke mjere, ishrana, skladištenje. Koncentracija magnezija također je varirala ovisno o kultivaru. Cieslik i Sikora (1997) su utvrdili da je koncentracija kalija u gomolju krumpira varirala od 250 do 601 mg 100 g⁻¹ svježe tvari ovisno o kultivaru i godini istraživanja. Koncentracija magnezija u gomolju kretala se od 12,3 do 25,6 mg 100 g⁻¹ svježe mase ovisno također o kultivaru i godini istraživanja. Autori su utvrdili da je prosječna koncentracija kalcija iznosila 3,36 mg 100 g⁻¹ svježe mase.

U plasteniku se intenzitet fotosinteze značajno razlikovao po danima nakon sadnje krumpira (DNS). Najveći intenzitet fotosinteze od 9,37 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ utvrđen je 50 i 55 DNS tj. u fazi inicijacije gomolja. Tijekom 60 i 65 DNS intenzitet fotosinteze se smanjio u odnosu na 50 i 55 DNS i iznosio 6,81 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Nadalje, intenzitet fotosinteze se povećao tijekom 70 i 75 DNS i iznosio 7,07 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Od 80 DNS intenzitet fotosinteze se smanjivao i značajno najmanji intenzitet mjerenja ostvaren je u periodu 90 DNS i iznosio je 3,78 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Harris (1978) navodi da je stopa fotosinteze niska kratko vrijeme nakon klijanja krumpira, ali stalno raste tijekom vegetativne faze i dostiže svoj maksimum u vrijeme inicijacije gomolja. Tijekom nalijeivanja gomolja stopa fotosinteze je visoka, a u fazi zrelosti postepeno se smanjuje.

Intenzitet fotosinteze značajno je varirao ovisno o vremenu mjerenja tijekom dana. U prvom dnevnom maksimumu fotosinteze u vremenu od 10:00 – 12:00 sati utvrđen je značajno veći intenzitet fotosinteze i iznosio je 7,37 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ u odnosu na drugi dnevni maksimum od 14:00–16:00 sati koji je iznosio 6,03 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Razlog nižem intenzitetu fotosinteze tijekom drugog dnevnog maksimuma vjerojatno je pritvaranje puči zbog intenzivnog procesa transpiracije uslijed vrlo visokih temperatura u plasteniku u svrhu očuvanja količine vode u biljci te pojačan proces fotorespiracije. C₃ biljke kao što je krumpir pri višim temperaturama i intenzitetu svjetlosti pritvaraju puči. Uslijed toga se smanjuje asimilacija CO₂ te se u međustaničnim prostorima povećava koncentracija kisika. U tim uvjetima snažnija je oksigenazna nego karboksilazna aktivnost enzima Rubisco uslijed čega započinje proces fotorespiracije tj. oslobađanje CO₂ i gubitak asimilata za biljku (Pevalek – Kozlina, 2003). Utvrđena je signifikantnost interakcije između DNS i vremena mjerenja tijekom dana što znači da je intenzitet fotosinteze bio značajno različit ovisno o vremenu mjerenja u DNS. 55, 70 i 80 DNS utvrđene su značajno veće vrijednosti intenziteta fotosinteze u jutarnjem u usporedbi s popodnevnim terminom. U ostalim mjerenjima nisu

dobivene značajne razlike u intenzitetu fotosinteze u jutarnjem i popodnevnom terminu iako je ostvaren veći intenzitet fotosinteze u jutarnjem terminu u svim danima osim 50 DNS.

Tretmani primijenjeni u istraživanju značajno su se razlikovali u intenzitetu fotosinteze. Najveći intenzitet fotosinteze od $7,12 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ izmjeren je u kontroli, značajno veći (za 9%) od tretmana Drin ($6,49 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) te Epso Salt za 10 % ($6,46 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Od svih folijarnih tretmana, u tretmana Megagreen, koji u svom sastavu ima 44% kalcija, ostvaren je najveći intenzitet fotosinteze od $6,73 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Između tretmana Megagreen i kontrole nije utvrđena značajna razlika u intenzitetu fotosinteze. Kalcij utječe na metabolizam na način da regulira permeabilnost membrana za različite tvari te propustljivost elektrona i protona. Na taj način uloga kalcija je vrlo značajna u procesima fotosinteze i disanja (Vukadinović i Lončarić, 1998). Nedostatak kalcija uzrokuje smanjenje procesa fotosinteze, asimilacije CO_2 i ukupnog prinosa (Atkinson i sur., 1989). Ghanotakis i Yocum (1990) navode da je kalcij fundamentalan element za normalno funkcioniranje fotosustava II i oksidacije vode. U istraživanjima Ramalha i sur. (1995) navedeno je da je posljedica nedostatka kalcija reducirani rast i razvoj biljke, smanjena lisna površina i veličina fotosintetski aktivne površine, te da utječe na fotosustav I i II i aktivnost ATP-aze. Uslijed nedostatka kalcija u listu nastane gubitak klorofila što može biti vrlo važan faktor smanjenja fotokemijske efikasnosti fotosustava II.

U našem istraživanju ostvaren je relativno nizak intenzitet fotosinteze što jasno ukazuje na dominantan utjecaj ekoloških čimbenika (prvenstveno visoke temperature) na rast i razvoj krumpira u uvjetima plastenika. Prosječna maksimalna temperatura zraka tijekom vegetacijskog razdoblja u 2006. iznosila je $39,4 \text{ }^\circ\text{C}$, a u 2007. $34,8 \text{ }^\circ\text{C}$. U fazi inicijacije i nalijevanja gomolja u 2006. i 2007. prosječna maksimalna temperatura iznosila je $41,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Optimalna temperatura za proces fotosinteze u listu krumpira je oko $24 \text{ }^\circ\text{C}$ (Ku i sur., 1977). Proces fotosinteze se smanjuje s povećanjem temperature iznad tog optimuma (Leach i sur., 1982; Wolf i sur., 1990). Prange i sur. (1990) navode da temperature veće od $24 \text{ }^\circ\text{C}$ uzrokuju redukciju efikasnosti fotosustava II više od povećanja intenziteta disanja ili smanjenja lisne površine. Dwelle i sur. (1981) utvrđuju da je optimalna temperatura bruto fotosinteze u rangu od $24\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C}$, a neto fotosinteze do $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Timlin i sur. (2006) su uzgajali krumpir u komorama rasta kod konstantnih temperatura tijekom dana i noći ($12,16, 20, 24, 28$ i $32 \text{ }^\circ\text{C}$) i intenzitet fotosinteze je varirao od $7\text{-}24 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Najveći intenzitet fotosinteze izmjeren je kod temperature od 20 i $24 \text{ }^\circ\text{C}$, a najmanji kod 28 i $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Autori navode da tijekom vrlo ranog stadija rasta krumpira (12-14 dana nakon nicanja) nema utjecaja temperature na intenzitet fotosinteze zato što su biljke male. U fazi vegetativnog razvoja, inicijacije i nalijevanja

gomolja optimalna temperatura za proces fotosinteze je 24 °C, dok je u kasnijem periodu razvoja optimalna temperatura 16-20 °C. Tijekom faze zrelosti smanjuje se i intenzitet fotosinteze i optimalna temperatura iznosi 20 °C. Temperature iznad 24 °C uzrokuju smanjenje prinosa gomolja i žetvenog indeksa. Niska stopa fotosinteze kod visokih temperatura u plasteniku vjerojatno je rezultat ubrzane senescencije, gubitka klorofila, reducirane provodljivosti puči, oštećenosti fotosustava i inhibicije Calvinovog ciklusa. Slične rezultate navode i Reynolds i sur. (1990). Vreugdenhil i sur. (2008) navode da fotosintetski sustav u krumpira ima visoku prilagodljivost povišenim temperaturama, ali ne i vrlo visokim temperaturama. Visoke temperature reduciraju intenzitet fotosinteze u pamuku i pšenici na način da smanjuju aktivaciju Rubisca putem inhibicije Rubisco-aktivaze (Law i Crafts-Brandner, 1999). Kalcij koji se nalazi u sastavu folijarnog tretmana Megagreen vjerojatno je ublažio negativan utjecaj visokih temperatura na intenzitet fotosinteze i prinos gomolja krumpira. Naime, Palta (1996) navodi da je primjena kalcijevog gnojiva tijekom nalijevanja gomolja krumpira u uvjetima visoke temperature dovela do povećanja prinosa gomolja za 20-30% u odnosu na kontrolnu varijantu. U uvjetima visoke temperature pod utjecajem primjene kalcija biljke krumpira ostvarile su značajno veću masu nadzemnog dijela, veću koncentraciju kalcija u listu kao i veću stomatalnu provodljivost. Još uvijek nije poznato na koji način kalcij ublažava utjecaj visokih temperatura na krumpiru. Kako je primjenom kalcija povećana stomatalna provodljivost, na taj način je i povećani proces transpiracije koja ublažava učinak visokih temperatura. Isto tako jedan od čimbenika koji djeluje na otvaranje puči je H⁺-ATP-aza u plazmatskoj membrani, a njena aktivnost je regulirana protein kinazom koju stimulira kalcij. Na taj način kalcij može regulirati mehanizam otvaranja puči regulirajući aktivnost H⁺-ATP-aze u stanicama. Iako je tretman Megagreen ostvario najveći intenzitet fotosinteze, nije utvrđena statistički značajna razlika u intenzitetu fotosinteze između tog tretmana i tretmana Drin i Epso Salt. Drin je fiziološki biostimulator koji u svom sastavu ima dušik tj. L-alfa aminokiseline. Intenzitet fotosinteze usjeva ovisan je o pristupačnosti dušika. Dušik utječe na stopu fotosinteze utječući na koncentraciju fotosintetskih pigmenata i enzima (Dejong i Doyle, 1989; Olensinki i sur., 1989). Dušik također utječe na fotosintezu preko povećanja lisne površine i količine apsorbirane svjetlosne energije (Sinclair i Horie, 1989). Booi i sur., (1996) navode da se primjenom dušičnog gnojiva povećala lisna površina i količina apsorbirane svjetlosti što je dovelo do povećanja intenziteta fotosinteze. S druge strane Vos i van der Putten (1998) nisu utvrdili pozitivan utjecaj primjene dušika na intenzitet fotosinteze. Dapače, utvrdili su nižu stopu fotosinteze u listu krumpira pod utjecajem visoke doze dušika u usporedbi s nižim dozama. Dominantan utjecaj primjene dušika bio je na veličinu lisne

površine. Epso Salt predstavlja magnezij-sulfatno gnojivo s borom i manganom. Magnezij je aktivator velikog broja enzima, uključen je u metabolizam energije. U fotosintezi sudjeluje kao sastavni dio molekule klorofila, aktivator je Rubisca te sudjeluje u zamjeni kod uspostavljanja protonskog gradijenta između tilakoida i strome kloroplasta (Vukadinović i Lončarić, 1998). Terry i Ulrich (1974) ukazuju na povećanje intenziteta fotosinteze s povećanjem koncentracije magnezija u listu šećerne repe, a Liu i sur. (2008) su utvrdili da nedostatak magnezija negativno utječe na rast i prinos cvata kineskog kupusa preko smanjenja sadržaja klorofila i intenziteta fotosinteze u listu kupusa.

Bor ima ulogu u sintezi saharoze, metabolizmu nukleinskih kiselina, fotosintezi i stabilizaciji staničnih membrana (Vukadinović i Lončarić, 1998). Zhao i Oosterhuis (2002) navode da u nedostatku bora u listu pamuka dolazi do smanjenja intenziteta fotosinteze. Uspoređujući biljke tretirane s borovom otopinom, intenzitet fotosinteze u listova tretiranih s otopinom bez bora bio je smanjen za 39%. Autori navode da je smanjenje stope fotosinteze bilo usko povezano s nižom stomatalnom provodljivošću te povećanim istjecanjem bora preko plazmatskih membrana u biljaka tretiranih s otopinom bez bora. Peng i Yang (2003) u svojem istraživanju o utjecaju molibdena i bora na efikasnost fotosinteze u listu soje navode da je primjena i molibdena i bora uzrokovala povećanje lisne površine biljaka što je nadalje dovelo do povećanja intenziteta fotosinteze, disanja i sadržaja topivih šećera u mahunama soje te odgodila razgradnju klorofila u kasnijim fazama rasta i smanjila sadržaj topivih šećera u stabljici i listovima soje. Aplikacijom molibdena i bora zajedno dobivena je optimalna učinkovitost fotosinteze.

Mangan sudjeluje u oksidoredukcijskim procesima, sastavni je dio i aktivator brojnih enzima, ima ulogu u fotosintetskom transportu elektrona fotosustava II u procesu fotolize vode (Vukadinović i Lončarić, 1998). Efikasnost mangana u povećanju stope fotosinteze u listu kukuruza navode Xiao Rong i sur. (2004).

Svi folijarni tretmani primijenjeni u istraživanju slično su reagirali u obje vegetacijske sezone. Tretmani su se međusobno razlikovali u ostvarenom intenzitetu fotosinteze u DNS krumpira na što ukazuje signifikantnost interakcije DNS \times tretman. Kontrola je ostvarila značajno veći intenzitet fotosinteze 50 DNS od tretmana Drin i Epso Salt, a 55 DNS od svih folijarnih tretmana. U svim ostalim DNS nisu ostvarene značajne razlike po tretmanima u intenzitetu fotosinteze. Svi tretmani pokazali su slično povećanje intenziteta fotosinteze u prvom dnevnom maksimumu mjerenja (10:00-14:00 sati) u odnosu na drugi maksimum fotosinteze (14:00-16:00 sati).

Utvrđen je značajan utjecaj tretmana na indeks sadržaja klorofila u listu krumpira. Najveći indeks sadržaja klorofila u odnosu na ostala tri tretmana ostvario je tretman Drin i iznosio je 38,20. Tretman Drin u svom sastavu sadrži aminokiseline tj. dušik. Poljak i sur. (2008) navode da je dušik limitirajući faktor rasta i razvoja, sadržaja klorofila i fotosintetske aktivnosti usjeva. Sadržaj klorofila ovisi o dozi dušika, genotipu i starosti biljke. Autori navode linearno i značajno povećanje sadržaja klorofila s povećanjem doze dušika te smanjenje sadržaja klorofila sa starošću biljke. Slične rezultate dobili su i Wu i sur. (2007). Sadržaj klorofila u vegetaciji ovisi o pristupačnosti dušika. Primanje dušika od strane usjeva je važno kao što je i dušik važan za stvaranje klorofila, a klorofil je važan za fotosintezu (Poljak i sur. 2005). Majić i sur. (2006) su proveli istraživanje o utjecaju gnojidbe dušikom na sadržaj klorofila u listu krumpira. Očitavanja klorofilmetrom u početnoj fazi razvoja kreću se od 53 do 63, a pri kraju vegetacije indeks sadržaja klorofila opada i kreće se od 30 do 47. Manje vrijednosti u sadržaju klorofila ostvarene su kod nižih doza primjene dušika (100 kg N ha^{-1}), a veće s primjenom 300 kg N ha^{-1} . Također u našem istraživanju indeks sadržaja klorofila opada sa starošću vegetacije. Najveći indeks sadržaja klorofila utvrđen je 50-55 DNS i iznosio je prosječno 45,21. Prema navodima Booiya i sur. (2000) prosječne vrijednosti očitane klorofilmetrom trebaju biti iznad 40-41 u periodu 7-8 tjedana nakon nicanja krumpira. U periodu od 60-80 DNS indeks sadržaja klorofila nije značajno varirao i u prosjeku je iznosio 38,80. U periodu vegetacije od 80-95 DNS vrijednost indeksa sadržaja klorofila značajno se smanjivala u odnosu na 60-80 DNS i 95 DNS iznosila je 21,12. Peterson i sur. (1993) su također utvrdili usku povezanost između koncentracije klorofila u listu i sadržaja dušika jer je dobro poznato da je značajan udio dušika u listu sadržan u molekulama klorofila. Tretman Epso Salt ostvario je najmanji indeks sadržaja klorofila od 31,97, značajno manji od kontrole (34,99). Indeks sadržaja klorofila pod utjecajem tretmana Megagreen iznosio je 33,60 i nije bilo značajne razlike u indeksu sadržaja klorofila između tretmana Megagreen i kontrole.

Signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times tretman ukazuje nam da je indeks sadržaja klorofila bio različit ovisno o tretmanu za određenu vegetacijsku sezonu. U 2006. značajno veći indeks sadržaja klorofila za 13% ostvarili su tretmani Drin (40,98) i kontrola (40,13) u odnosu na tretmane Epso Salt (34,57) i Megagreen (35,70). U 2007. značajno najveći sadržaj klorofila od 35,41 ostvario je tretman Drin u odnosu na tretmane Epso Salt, Megagreen i kontrolu (29,37; 31,49; 29,85 respektivno).

Nije utvrđena signifikantna interakcija između DNS i tretmana kao ni između vegetacijske sezone, DNS i tretmana što upućuje na zaključak da su tretmani slično reagirali po DNS u obje vegetacijske sezone.

Koncentracije klorofila *a*, *b* i ukupnih klorofila (*a+b*) u listu krumpira značajno su varirale ovisno o DNS. Značajno veće koncentracije navedenih pigmenata ostvarene su 70 DNS u odnosu na 80 DNS. Prosječna vrijednost koncentracije klorofila *a* 70 DNS iznosila je 1,449 mg g⁻¹ svježe mase lista i bila je veća za 21% obzirom na koncentraciju ostvarenu 80 DNS (1,144 mg g⁻¹ svježe mase lista). Vrijednosti koncentracije klorofila *a* značajno su varirale ovisno o DNS u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. utvrđeno je neznatno povećanje koncentracije klorofila *a* 70 DNS, dok je u 2007. koncentracija klorofila *a* bila veća za 36% 70 DNS u usporedbi s 80 DNS. Koncentracija klorofila *b* 70 DNS iznosila je 0,612 mg g⁻¹ svježe mase lista, dok je 80 DNS iznosila svega 0,324 mg g⁻¹ svježe mase lista. Koncentracija klorofila *b* također je značajno varirala ovisno o DNS u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. koncentracija klorofila *b* bila je značajno veća 70 DNS za čak 63% u odnosu na 80 DNS, dok je u 2007. ostvareno neznatno povećanje 70 DNS u odnosu na 80 DNS. Koncentracija ukupnih klorofila (*a+b*) 70 DNS iznosila je 2,061 mg g⁻¹ svježe mase u odnosu na 1,468 mg g⁻¹ svježe mase utvrđenu 80 DNS. Prosječno povećanje koncentracije ukupnih klorofila (*a+b*) 70 DNS u usporedbi s 80 DNS nije se značajno razlikovalo u obje vegetacijske sezone. Što se tiče koncentracije ukupnih karotenoida u 2006. dobiveno je znatno povećanje koncentracije 80 DNS u odnosu na 70 DNS, dok je u 2007. veća koncentracija ostvarena 70 DNS. Nije utvrđen utjecaj tretmana na koncentraciju klorofila *a*, klorofila *b*, ukupne (*a+b*) koncentracije kao ni na koncentraciju ukupnih karotenoida iako je kod tretmana Drin utvrđena veća koncentracija svih pigmenata u odnosu na ostale tretmane, međutim te razlike nisu bile statistički značajne. Štoviše, nije utvrđena ni interakcija između vegetacijske sezone i tretmana kao ni DNS i tretmana za istraživanja svojstva što znači da su slične vrijednosti u koncentraciji klorofila *a*, *b*, *a+b* i karotenoida dobivene po tretmanima neovisno o danu mjerenja nakon sadnje te pojedinim vegetacijskim sezonama. Odnos klorofila *a/b* bio je značajno manji 70 DNS i iznosio je 3,133 mg g⁻¹ svježe mase, dok je 80 DNS taj odnos bio 3,654 mg g⁻¹ svježe mase lista. Nadalje, odnos klorofila *a/b* varirao je ovisno o primijenjenom tretmanu. Maksimalan odnos klorofila *a/b* ostvaren je kod tretmana Epso Salt i iznosio je 3,749. Tretman Megagreen ostvario je najmanji odnos klorofila *a/b* od 3,139. Stancheva i sur. (2004) u svom istraživanju o utjecaju različitih doza dušične gnojidbe dodane putem tla i folijarno na grahu također nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji klorofila *a*, *b* i ukupnih karotenoida pod utjecajem dušičnih tretmana. Autori navode da je koncentracija klorofila *a* bila najveća u fazi cvatnje kada je bila najveća i stopa fotosinteze. Koncentracija klorofila *b* povećala se sa tijekom vegetacije, dok je koncentracija karotenoida ostala ista tijekom vegetacije neovisno o senescenciji lista. Horvat i sur. (2006)

utvrdili su da folijarna primjena Megagreena nije polučila pozitivan učinak u pogledu podržavanja stvaranja klorofila i održanja duže vitalnosti biljaka. U usporedbi prema kontroli folijarna primjena Megagreena dovela je do ranijeg dozrijevanja biljaka. Naime, koncentracija ukupnih klorofila ($a+b$) i klorofila a značajno je bila niža u biljaka krumpira tretiranih s Megagreenom. Liu i sur (2006) navode da je nedostatak magnezija uzrokovao redukciju koncentracije klorofila i karotenoida u lišću kineskog kupusa, posebice klorofila a i ukupnih klorofila ($a+b$), a nije utjecao na koncentraciju odnosa klorofila a/b .

Analizirajući koncentraciju dušika u nadzemnom dijelu, rezultati istraživanja su pokazali da je značajno veća koncentracija dušika ostvarena 70 DNS i iznosila je 2,71% suhe tvari u odnosu na 80 DNS kada je ostvareno 2,10% suhe tvari. Nadalje, koncentracija dušika značajno je varirala u odnosu na DNS tijekom dviju vegetacijskih sezona na što je ukazala signifikantnost interakcije vegetacijska sezona \times DNS. U obje vegetacijske sezone koncentracija dušika nadzemnog dijela bila je značajno veća 70 DNS u odnosu na 80 DNS. U 2006. koncentracija dušika 70 DNS iznosila je 2,83% suhe tvari i bila je za 15% veća od koncentracije dušika 80 DNS (2,42% suhe tvari). U 2007. koncentracija dušika 70 DNS bila je veća za 31% (2,60% suhe tvari) od koncentracije dušika 80 DNS (1,79% suhe tvari). Poljak i sur. (2007 a) su u svom istraživanju također dobili najvišu koncentraciju dušika 65 DNS u odnosu na 75 i 80 DNS. Najmanju koncentraciju dušika u listu krumpira utvrdili su 95 DNS. Tretman Drin koji u svom sastavu sadrži aminokiseline ostvario je najveću koncentraciju dušika od 2,49% suhe tvari u nadzemnom dijelu što je bilo i za očekivati, no nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika između tretmana Drin u odnosu na ostale tretmane u istraživanju (Epsa Salt 2,46%; Megagreen 2,31%; kontrola 2,37% suhe tvari). Povećanje koncentracije dušika u listu pod utjecajem povećane doze gnojidbe dušikom utvrdili su Poljak i sur. (2005). Autori navode da se koncentracija dušika 65 DNS kretala od 3,36% suhe tvari kod kontrolne varijante do 3,99% suhe tvari kod primjene 300 kg ha⁻¹ dušika, a 85 DNS koncentracija dušika varirala je od 2,51% suhe tvari kod kontrole do 3,31% suhe tvari kod primjene 300 kg ha⁻¹ dušika. Povećana koncentracija dušika u nadzemnom dijelu 70 DNS rezultirala je značajno većim prinosom nadzemnog dijela koji je iznosio 142,2 g po biljci i bio značajno veći za 19% u odnosu na prinos ostvaren 80 DNS (114,6 g po biljci). Harris (1978) navodi da vegetativni rast traje od 30-70 dana ovisno o datumu sadnje, temperaturi tla i ostalim okolišnim faktorima, fiziološkoj starosti gomolja i karakteristikama kultivara. Pred kraj vegetativne faze najstariji listovi na stabljici počinju žutiti i otpadati. Taj proces senescencije traje do kraja vegetacije. Najstariji listovi sve manje doprinose biljci zbog smanjene fotosintetske aktivnosti, više stope respiracije i zasjenjivanja od mlađih listova.

Naše istraživanje je potvrdilo smanjenje sadržaja klorofila i intenziteta fotosinteze od 80 DNS do kraja vegetacije. Prinos nadzemnog dijela nije značajno varirao pod utjecajem tretmana iako je tretman Megageen ostvario najveći prinos od 138,7 g po biljci u odnosu na tretmane Epso Salt i Drin te kontrolu (122,8; 121,4; 128,6 g po biljci respektivno). Našim istraživanjem nije postignut značajan pozitivan učinak dušika pomoću tretmana Drin na prinos nadzemnog dijela. Naime, Vos i Biemond (1992) su utvrdili da dušik utječe na porast lisne mase i veličinu lista krumpira. Nadalje, ukupni broj listova na biljci je pod utjecajem dušika (Vos, 1995). Evans (1989) i Marshall i Vos (1991) su utvrdili da koncentracija dušika u listu utječe pozitivno na intenzitet fotosinteze te na taj način utječe na veličinu lisne površine i prinos nadzemnog dijela krumpira.

Prinos gomolja krumpira značajno je varirao ovisno o DNS. Najveći prinos gomolja ostvaren je 100 DNS i prosječno je iznosio 421,8 g po biljci u usporedbi s 329,7 g po biljci ostvarenih 80 DNS i 288,5 g po biljci ostvarenih 70 DNS. Prinos gomolja krumpira značajno se razlikovao obzirom na tretmane primijenjene u istraživanju. Tretmani Megagreen i kontrola ostvarili su značajno veći prinos gomolja od tretmana Drin i Epso Salt. Prinos gomolja u kontrole iznosio je 366,1 g po biljci, a u tretmana Megagreen 364,6 g po biljci. Između kontrole i Megagreena nije ostvarena značajna razlika u prinosu gomolja. Tretmani Epso Salt i Drin ostvarili su značajno manji prinos gomolja krumpira, za 10%, u usporedbi s tretmanima Megagreen i kontrolom. Prinos gomolja kod tretmana Epso Salt iznosio je 329,8 g po biljci, a u tretmana Drin 326,1 g po biljci. Nije ostvarena značajna razlika u prinosu gomolja između tretmana Epso Salt i Drin. Kontrola i Megagreen ostvarili su vjerojatno veći prinos gomolja kao posljedica većeg intenziteta fotosinteze te odlaganja veće količine asimilata u gomolje krumpira u odnosu na ostale tretmane u istraživanju. Wada i sur. (1996) u svom istraživanju o utjecaju folijarne aplikacije kalcijem na prinos plodova rajčice utvrdili su povećanje prinosa i kvalitete plodova u vidu smanjenja vršne truleži plodova. Nadalje, Khandakhar i sur. (2004) naveli su da je primjena kalcija u dozi od 2 t ha⁻¹ i kalija u dozi od 100 kg ha⁻¹ povećala prinos gomolja krumpira sa 24,36 t ha⁻¹ na 33,54 t ha⁻¹. Poljak i sur. (2003) navode da primjena folijarno dodanog kalcija u preporučenoj količini (5 L ha⁻¹) i dvostruko većoj količini od preporučene (10 L ha⁻¹) u svih kultivara rezultira nekonzistentnim variranjem u ukupnom prinosu plodova paprike. U sorata Cecil i Slonovo uho ukupan prinos ploda paprike bio je niži od netretirane varijante. Sorte Blondy i Stela pozitivno su reagirale na dvostruko veću količinu lisnog kalcijevih gnojiva. Porast prinosa plodova s primjenom folijarnih kalcijevih gnojiva zabilježili su Alexander i Clough (1998) i Schon (1993). S druge strane, Horvat i sur. (2006) navode da višekratna folijarna primjena

Megagreena nije imala značajan utjecaj na pokazatelje rasta i prinosa kultivara Courage. Biljke tretirane Megagreenom ostvarile su manji prinos gomolja s relativno nižim udjelom suhe tvari u gomoljima u usporedbi s kontrolnom varijantom. Clough (1994), Ozgen i sur. (2006) u svojim istraživanjima nisu utvrdili pozitivan učinak kalcijeve gnojidbe na prinos gomolja krumpira, a Michaloje i Horodko (2006) na prinos plodova paprike. Tretmanima Drin koji sadrži aminokiseline, tj dušik te Epso Salt koji sadrži magnezij s borom i manganom dobiven je za 10% manji prinos gomolja od tretmana Megagreen i kontrole. Međutim mnoga istraživanja ukazuju na pozitivan efekt folijarne gnojidbe dušikom u postizanju većih prinosa. Tako Jablonski (2003) navodi da je folijarna gnojidba sa 15 kg ha⁻¹ tekuće uree povećala prinos gomolja za 9,7% te kvalitetu gomolja smanjivši pojavu smeđenja i šupljeg srca u gomolju krumpira. Boliglowa (2003) navodi povećanje prinosa gomolja s folijarnom primjenom 6%-tne otopine uree, a Witek (1999) povećanje prinosa gomolja za 12,8% i sadržaja škroba za 2,4% sa primjenom 12%-tne otopine uree. Povećanje prinosa zrna pšenice uslijed folijarne gnojidbe dušikom navode Emam i Borjian (2000), Khan i sur. (2006) te Arif i sur. (2006). Pozitivan učinak Epso Salt na prinos zrna soje navode Vratarić i sur. (2006), a Reinbott i Blevins (1995) povećanje prinosa zrna soje uslijed folijarne aplikacije magnezijem i borom.

Relativno niska stopa fotosinteze ostvarena u ovom istraživanju popraćena je i nižim prinosisima. Ozgen i sur. (2003) u svojim istraživanjima navode prinose od 800-900 g po biljci. Razlog nižim prinosisima vjerojatno je visoka temperatura u plasteniku. Naime, prinos gomolja krumpira vrlo je osjetljiv na visoke temperature. Burton (1981) navodi da je za postizanje optimalnog prinosa gomolja potrebna temperatura od 22 °C, a za većinu autora to je 14-22 °C (Yamaguchi i sur., 1964; Marinus i Bodlaender, 1975, Timlin i sur., 2006), što ovisi o fotoperiodu (Wheeler, 2006) te o kultivaru. Yandell i sur. (1988) navode da je optimalna temperatura za prinos gomolja 17,5 °C kod sorte Russet Burbank i 18,7 °C kod sorte Norland.

Visoke temperature produžuju razvoj vegetativne mase koji reducira neto translokaciju ugljikohidrata u gomolje (Marinus i Bodlaender, 1975). Najvažniji učinak visokih temperatura je redukcija sadržaja škroba te povećanje sadržaja saharoze u gomoljima krumpira. Na taj način reducirana je koncentracija suhe tvari u gomoljima (Haynes i sur., 1988). Na visokim temperaturama mladice postaju važan izljev asimilata što znači da stres uslijed visokih temperatura više utječe na translokaciju šećera u gomolje nego na produkciju šećera procesom fotosinteze (Basu i Minhas, 1991). U našem istraživanju sadržaj suhe tvari nije varirao po DNS tijekom vegetacije. Tijekom 70 DNS sadržaj suhe tvari iznosio je 22,49% i nije utvrđeno daljnje povećanje suhe tvari. Moguće je da je uslijed vrlo visokih temperatura

u plasteniku spriječena translokacija asimilata i daljnje nakupljanje suhe tvari u gomolje krumpira. Sadržaj suhe tvari nije se značajno razlikovao obzirom na primijenjene tretmane. Međutim, signifikantna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana ukazuje da je sadržaj suhe tvari značajno varirao pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. nije zabilježena značajna razlika pod utjecajem tretmana, no u 2007. značajno manji sadržaj suhe tvari utvrđen je kod kontrole (22,17%) u usporedbi s tretmanom Megagreen (23,27%).

Broj gomolja nije ovisio o tretmanima primijenjenim u istraživanju. Prosječna vrijednost broja gomolja po biljci kod sva četiri tretmana iznosila je 10,1. Međutim signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana ukazuje na činjenicu da su se tretmani međusobno razlikovali po broju gomolja u pojedinim vegetacijskim sezonama. Ta interakcija je vjerojatno rezultat djelovanja dva tretmana, Drina i Epsa Salt. Naime oba tretmana su u prvoj vegetacijskoj sezoni istraživanja ostvarili značajno veći broj gomolja po biljci (Drin 12,0; Epsa Salt 11,9) u usporedbi s drugom godinom (Drin 7,8; Epsa Salt 8,3). Kontrola i Megagreen nisu varirali u broju gomolja tijekom obje vegetacijske sezone. Prosječna vrijednost broja gomolja u obje vegetacijske sezone kod tretmana Megagreen iznosila je 10,0, a kod kontrole 10,1 gomolja po biljci. Horvat i sur. (2006) u svom istraživanju navode da biljke krumpira tretirane folijarnim gnojivom Megagreen formiraju nešto veći, ali ne i statistički značajan broj gomolja u usporedbi s kontrolnom varijantom. Autori navode da broj gomolja nije značajno varirao po biljci od početka tuberizacije do kraja vegetacije krumpira. U našem istraživanju također broj gomolja nije varirao po DNS pod utjecajem tretmana.

Nije utvrđen značajan utjecaj tretmana na broj i masu gomolja veličine 0-25 mm i 25-50 mm. Međutim, broj i masa gomolja veličine >50 mm značajno su varirali pod utjecajem tretmana. Kontrola, Megagreen i Epsa Salt ostvarili su veći broj gomolja od 3,3 gomolja po biljci u odnosu na tretman Drin koji je ostvario 2,2 gomolja po biljci. Nadalje kod navedenih tretmana utvrđena je značajno veća masa gomolja veličine >50 mm od 238,1 g po biljci u odnosu na tretman Drin koji je ostvario 152,9 g po biljci. U našem istraživanju izostao je učinak tretmana Drin koji u svom sastavu sadrži dušik. Nasuprot tome, Boliglowa (2003) navodi povećanje prinosa gomolja i udjela krupnije frakcije (>60 mm) pod utjecajem folijarne primjene 6%-tne uree. Khandakhar i sur. (2004) navode da broj gomolja nije bio pod utjecajem gnojidbe kalcijem dok se udio gomolja frakcije od 28-55 mm povećao s primjenom 2 t ha⁻¹ kalcija i 100 kg ha⁻¹ kalija. Ozgen i sur. (2003) istražili su utjecaj kalcijevog nitrata i kalcijevog klorida na broj i veličinu gomolja kruimpira. Autori su utvrdili da primjena kalcija

utječe na povećanje krupnije frakcije gomolja i smanjenje broja gomolja krumpira. Mehanizam kojim kalcij utječe na broj gomolja još uvijek nije poznat. Poznato je da kalcij djeluje kao signalna molekula koja regulira metabolizam i ublažava utjecaj visoke temperature na krumpir (Vega-Semorile i sur., 1996; Tawfik i sur., 1996; Kleinhenz i Palta, 2002; Palta, 1996). Moguće je da povećanje kalcija utječe na tuberizaciju preko promjena biokemijskih procesa tj. hormonalne balance na vrhu stolona.

Od ukupne suhe tvari gomolja krumpira, na mineralni sastav otpada oko 1,1%. Lešić i sur. (2002) navode da najveći udio u mineralnom sastavu gomolja otpada na kalij i fosfor te magnezij i kalcij. U našem istraživanju koncentracija dušika u gomolju krumpira varirala je u DNS. Tijekom 80 i 100 DNS koncentracija dušika iznosila je 1,29% i bila je značajno veća od 1,18% utvrđenih 70 DNS. Tretmani primijenjeni u istraživanju značajno su utjecali na koncentraciju dušika u gomolju krumpira. Kod tretmana Epso Salt utvrđena je značajno najveća koncentracija dušika od 1,31% u odnosu na kontrolu (1,22%) i Megagreen (1,19%). Između tretmana Epso Salt i tretmana Drin (1,28%) nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika. Tretmani nisu utjecali na koncentraciju fosfora kao ni na koncentraciju kalija u gomolju krumpira. Prosječna koncentracija fosfora u gomolju krumpira kod sva četiri tretmana iznosila je 0,49%, a koncentracija kalija 1,50%. Koncentracija kalcija značajno je varirala obzirom na primijenjene tretmane. Kontrola i Epso Salt ostvarili su 0,26% kalcija u gomolju krumpira u odnosu na tretmane Drin i Megagreen (0,19%). Koncentracija magnezija nije varirala pod utjecajem tretmana iako je tretman Epso Salt ostvario neznatno veću koncentraciju magnezija od 0,148% u odnosu na ostale tretmane (0,133%). Utjecaj gnojidbe dušikom (0, 100, 150, 200 i 250 kg ha⁻¹) na mineralni sastav gomolja krumpira istraživali su Poljak i sur. (2007 b). Koncentracija dušika u gomoljima varirala je između 16,2 kod kontrolne varijante bez gnojidbe dušikom i 17,9 mg g⁻¹ suhe tvari kod primjene 250 kg ha⁻¹ dušika. Autori navode da gnojidba dušikom stimulira vegetativni razvoj kao i transport dušika iz listova u gomolje. Koncentracija kalija, fosfora i magnezija u gomolju krumpira nije značajno varirala u odnosu na dozu primjene dušika. Prosječna koncentracija kalija u gomolju iznosila je 22,0 mg g⁻¹ suhe tvari, fosfora 4,6 mg g⁻¹ suhe tvari i magnezija 1,46 mg g⁻¹ suhe tvari i ovisila je o vremenskim uvjetima, tlu i kultivaru. Dušična gnojidba značajno je utjecala na koncentraciju kalcija u gomolju krumpira koja je iznosila od 1,9 mg g⁻¹ suhe tvari kod primjene 0 kg ha⁻¹ dušika do 2,4 mg g⁻¹ suhe tvari kod primjene 250 kg ha⁻¹ dušika. Ostvarena je značajna pozitivna korelacija između koncentracije dušika i kalcija u gomolju krumpira što ukazuje na činjenicu da dušična gnojidba može poboljšati koncentraciju kalcija u gomolju kao i kvalitetu gomolja krumpira. Slične rezultate dobivaju i Marton (2004) i Alva i sur. (2002).

Orphanos (1980) također istražuje utjecaj gnojidbe dušikom (63, 126, 189 i 252 kg ha⁻¹) na mineralni sastav gomolja i utvrđuje da je koncentracija dušika u gomolju varirala od 1,30% suhe tvari kod primjene najmanje doze dušika do 1,43% suhe tvari kod primjene 252 kg ha⁻¹ dušika. Koncentracija fosfora kretala se od 0,14% suhe tvari do 0,18% suhe tvari, a koncentracija kalija od 2,39% suhe tvari do 2,57% suhe tvari ovisno o gnojidbi dušikom. Dong i sur. (2004) navode da se folijarnom aplikacijom kalcija tijekom cvatnje rajčice i u fazi starosti plodova od tjedan dana značajno povećala koncentracija kalcija, a smanjila koncentracija kalija, fosfora i magnezija u plodovima rajčice. Povećanje koncentracije kalcija u gomolju krumpira te poboljšanje kvalitete gomolja u vidu smanjenja internih defekata uslijed gnojidbe kalcijem navode i Clough (1994); Kleinhenz i sur. (1999) te Karlsson i sur. (2006). Taakacs-Hajos i sur. (2007) istraživali su utjecaj magnezij-sulfata (Epsa Salt) na mineralni sastav korijena šećerne repe i utvrdili da primjena Epsa Salt nije rezultirala u povećanju koncentracije kalija i kalcija u korijenu repe.

Indeks sadržaja klorofila značajno je varirao ovisno o stresnim i ne stresnim uvjetima u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. nisu utvrđene razlike u indeksu sadržaja klorofila u stresnim i ne stresnim uvjetima. Međutim, tijekom 2007. indeks sadržaja klorofila u uvjetima vodnog stresa iznosio je 18,7 i bio je značajno manji za 40%, u odnosu na ne stresne uvjete. Redukciju sadržaja klorofila u uvjetima stresa uslijed nedostatka vode u kukuruza navode Alberte i Thornber (1977), a Younis i sur. (2000) ukazuju na smanjenje sadržaja klorofila u kultivara sirka u uvjetima vodnog stresa tijekom vegetativne i reproduktivne faze. U našem istraživanju indeks sadržaja klorofila nije se značajno razlikovao pod utjecajem tretmana u stresnim i ne stresnim uvjetima iako je tretman Drin ostvario nešto veći indeks sadržaja klorofila u stresnim uvjetima u odnosu na ostale tretmane. Tretman Drin u svom sastavu sadrži dušik, a veliki dio dušika u listu sadržan je u molekulama klorofila pa je to vjerojatno jedan od razloga većeg indeksa sadržaja klorofila kod tretmana Drin. Netto i sur. (2005) navode da je koncentracija klorofila pod utjecajem sadržaja dušika u biljci. Paknejad i sur. (2007) u svom istraživanju o utjecaju vodnog stresa na sadržaj klorofila u kultivara pšenice navode smanjenje sadržaja klorofila pod utjecajem vodnog stresa. Autori navode da je smanjenje sadržaja klorofila rezultat redukcije u sadržaju dušika uslijed nedostatka vode. Međutim, Sanchez i sur. (1982) navode da je vodni stres reducirao sadržaj klorofila u listu kukuruza kao i stomatalnu provodljivost i fotosintezu, ali sadržaj dušika u listu nije bio pod utjecajem vodnog stresa, što ukazuje na činjenicu da gubitak u sadržaju klorofila nije uzrokovan nedostatkom dušika. Autori navode da smanjenje sadržaja klorofila može biti povezano s redukcijom turgorskog tlaka uslijed nedostatka vode.

Indeks sadržaja klorofila značajno se smanjio tijekom vremena izlaganja stresu uslijed nedostatka vode. U fazi pune tuberizacije 92 DNS indeks sadržaja klorofila iznosio je 30,7 i bio značajno veći od sadržaja klorofila ostvarenog 96 DNS koji je iznosio 25,4. Međutim nije ostvarena signifikantna interakcija između tretmana i vremena mjerenja što nam ukazuje na činjenicu da su svi tretmani imali slične međusobne odnose u vrijednostima sadržaja klorofila 92 i 96 DNS.

Prinos gomolja krumpira značajno je smanjen u uvjetima stresa uslijed nedostatka vode za prosječno 14% i iznosio je 365 g po biljci u usporedbi sa 422 g po biljci u ne stresnim uvjetima. Negativan utjecaj vodnog stresa u fenofazi tijekom i krajem nalijevanja gomolja na prinos i kvalitetu gomolja krumpira utvrdili su Horvat i sur. (2008), Pereira i Shock (2006) i Fabeiro i sur. (2001).

Tretmani su se značajno razlikovali u ostvarenom prinosu gomolja u stresnim i ne stresnim uvjetima. Tretmani Megagreen, Drin i kontrola ostvarili su značajno manji prinos gomolja krumpira u stresnim uvjetima u odnosu na ne stresne uvjete. Nasuprot tome, tretman Epso Salt ostvario je slične prinose u stresnim i ne stresnim uvjetima. Na pozitivan utjecaj folijarne gnojidbe Epsom Salt na prinos i kvalitetu zrna soje ukazali su Vratarić i sur. (2006), a na prinos i kvalitetu šećerne repe Takacs-Hajos i sur. (2007). Značajno najmanji prinos u stresnim uvjetima ostvaren je kod tretmana Drin.

Ni folijarni tretmani ni vodni režim nisu značajno utjecali na broj gomolja veličine 0-25 mm i 25-50 mm. Razlog tome vjerojatno je što su biljke bile podvrgnute vodnom stresu u fazi pune tuberizacije. Značajna razlika pod utjecajem tretmana i vodnog stresa ostvarena je u broju gomolja veličine >50 mm. U uvjetima vodnog stresa utvrđen je za 27% manji broj gomolja navedene veličine (2,2 gomolja po biljci) u odnosu na broj gomolja dobiven u ne stresnim uvjetima (3,0 gomolja po biljci). Razlog tome vjerojatno leži u činjenici da je u uvjetima nedostatka vode zatvaranjem puči smanjen proces fotosinteze i onemogućena translokacija asimilata u gomolj te daljnje zadebljanje. Reducirani broj gomolja krupnije frakcije u uvjetima vodnog stresa navode Walworth i Carling (2002) i Gong i Wang (1991).

Nije utvrđena značajna razlika u broju gomolja veličine >50 mm između različitih tretmana u uvjetima optimalnog vodnog režima. U stresnim uvjetima značajno veći broj gomolja navedene veličine ostvarili su tretmani Epso Salt (3,3 gomolja po biljci) i Megagreen (3,0 gomolja po biljci) u odnosu na tretmane Drin (1,3 gomolja po biljci) i kontrolu (1,2 gomolja po biljci).

U ne stresnim uvjetima dobiven je veći broj gomolja sa smeđim mrljama i iznosio je 0,83 gomolja po biljci u odnosu na 0,33 gomolja po biljci dobivenih u stresnim uvjetima što je

u suprotnosti s istraživanjima Eldredge i sur. (1992; 1996), Hillera i sur. (1985) i Shocka i sur. (1993) koji navode da stres uslijed nedostatka vode negativno utječe na kvalitetu gomolja krumpira uzrokujući sekundarni rast, deformacije gomolja te fiziološke poremećaje kao što su pojava smeđih mrlja i šuplje srce gomolja krumpira. Budući da je u našem istraživanju vodni stres bio izazvan tek u kasnijoj fazi nalijeivanja gomolja, smatram da je presudan čimbenik koji je utjecao na pojavu smeđih mrlja bio vrlo visoka temperatura u plateniku tijekom istraživanja. Pojava smeđih mrlja uslijed visoke temperature nastupila je u ranijoj fazi nalijeivanja gomolja i bila je već prisutna u vrijeme kad je izazvan vodni stres. Naime Hiller i Thornton (1993) navode da su deformacije gomolja primarno povezane s visokom temperaturom te da su često, ali ne i nužno pogoršane sa stresom uslijed nedostatka vode.

Tretmani su se međusobno značajno razlikovali po broju gomolja sa smeđim mrljama u stresnim i ne stresnim uvjetima. U stresnim uvjetima tretman Megagreen ostvario je značajno veći broj gomolja sa smeđim mrljama od 1,0 gomolja po biljci u odnosu na tretman Epso Salt koji je ostvario 0,3 gomolja po biljci te tretmane Drin i kontrolu kod kojih nije zabilježena pojava smeđih mrlja. Nije ostvarena značajna razlika u broju gomolja sa smeđim mrljama u stresnim i ne stresnim uvjetima pod utjecajem tretmana Megagreen (0,6 gomolja po biljci i Epso Salt 0,5 gomolja po biljci), dok je kod tretmana Drin u ne stresnim uvjetima zabilježen najveći broj gomolja sa smeđim mrljama od 1,3 gomolja po biljci. Na pojavu smeđih mrlja osim ekoloških čimbenika utječe i mineralna ishrana naročito kalcijem. Aplikacija kalcija tijekom razvoja i nalijeivanja gomolja reducira pojavu smeđih mrlja (Tzeng i sur., 1986; Clough, 1994; Palta, 1996; Kleinhenz i sur., 1999; Ozgen i sur., 2006; Karlsson i sur., 2006). Kalcij ima ulogu u strukturi stanične membrane i stanične stijenke, utječe na permeabilnost i integritet stanične membrane. U njegovu nedostatku membrane postaju propusne što rezultira gubitkom staničnih soli i organskih sastojaka što na kraju dovodi do smrti stanica (Palta, 1996). Nedostatak kalcija u gomolju krumpira dovodi do brzih metabolitičkih promjena i gubitka integriteta membrana te nekontroliranih oksidacijskih procesa koji dovode do nekrotičnih lezija, tj. pojave smeđih mrlja (Monk i Davies, 1989). U našem istraživanju pojava smeđih mrlja nije eliminirana s primjenom tretmana, štoviše u potpunosti je izostao efekt Megagreena koji u svom sastavu sadrži kalcij. Razlog tome je vjerojatno slab floemski transport kalcija koji nije bio dostatan da eliminiira pojavu smeđih mrlja. Naime, mnogim istraživanjima potvrđeno je da se kalcij translocira pretežno s vodom ksilemskim tokom (Tibbits i Palzkill, 1979; Clarkson, 1984; Palta, 1996) što je rezultiralo manjom koncentracijom kalcija i pojavom smeđih mrlja u gomolju krumpira naročito u stresnim uvjetima.

7. ZAKLJUČCI

Temeljem rezultata dvogodišnjeg istraživanja utjecaja folijarnih gnojiva na intenzitet fotosinteze, prinos i kvalitetu gomolja krumpira (*Solanum tuberosum* L.) može se zaključiti sljedeće:

1. U poljskim pokusima tretmani su se međusobno značajno razlikovali po ostvarenom prinosu gomolja u obje vegetacijske sezone. Tretman Stopit je u 2004. ostvario značajno najmanji prinos gomolja krumpira u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. U 2005. tretman Stopit ostvario je najveći prinos gomolja, značajno veći od tretmana Drin. Između tretmana Stopit i tretmana Epso Salt i kontrole kao i između tretmana Drin, Epso Salt i kontrole nije utvrđena značajna razlika u prinosu gomolja u 2005. Nije utvrđen značajan utjecaj tretmana na sadržaj suhe tvari gomolja krumpira.
2. Značajno veća masa gomolja veličine od 0-35 mm i 35-55 mm utvrđena je u vegetacijskoj sezoni 2004. u odnosu na 2005. Nije utvrđen utjecaj folijarnih tretmana na masu gomolja navedenih veličina. Veća masa gomolja veličine >50 mm za 37% ostvarena je 2005. u odnosu na 2004. Tretmani su se međusobno razlikovali po ostvarenoj masi gomolja navedene veličine ovisno o vegetacijskoj sezoni istraživanja. U 2004. značajno manju masu gomolja veličine >50 mm ostvario je tretman Stopit u odnosu na tretmane Drin i kontrolu. U 2005. nije utvrđena značajna razlika u masi gomolja navedene veličine.
3. Ukupna koncentracija dušika, fosfora i kalcija u gomolju krumpira značajno je varirala pod utjecajem folijarnih tretmana. Značajno najmanja koncentracija dušika, fosfora i kalcija utvrđena je kod tretmana Stopit u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu. Tretmani Drin, Epso Salt i kontrola nisu varirali u koncentraciji navedenih elemenata. Koncentracija kalija varirala je po tretmanima u obje vegetacijske sezone. Tretman Stopit je u 2004. ostvario značajno najmanju koncentraciju kalija u gomolju krumpira u odnosu na tretmane Drin, Epso Salt i kontrolu, dok je u 2005. tretman Stopit ostvario značajno najveću koncentraciju kalija u gomolju u odnosu na ostale tretmane. Koncentracija magnezija nije bila pod utjecajem folijarnih tretmana primijenjenih u istraživanju.

4. Tretmani su se međusobno značajno razlikovali u ostvarenom intenzitetu fotosinteze. Najveći intenzitet fotosinteze utvrđen je kod kontrole i folijarnog tretmana Megagreen. Folijarni tretmani Drin i Epso Salt primijenjeni u istraživanju nisu utjecali na povećanje intenziteta fotosinteze. Tretmani Drin i Epso Salt ostvarili su značajno manji intenzitet fotosinteze od kontrole. Tretmani su se značajno razlikovali u intenzitetu fotosinteze u danima nakon sadnje na što nam ukazuje signifikantna interakcija između dana nakon sadnje i tretmana. Svi tretmani pokazali su slično povećanje intenziteta fotosinteze u prvom dnevnom maksimumu mjerenja od 10:00-12:00 sati u odnosu na drugi dnevni maksimum fotosinteze.
5. Značajno najveći indeks sadržaja klorofila, u odnosu na ostala tri tretmana, ostvario je folijarni tretman Drin sa indeksom sadržaja klorofila od 38,20, a najmanji tretman Epso Salt (31,97). Između tretmana Megagreen i kontrole nije utvrđena značajna razlika u indeksu sadržaja klorofila. Odsustvo signifikantnosti dvostruke interakcije između dana nakon sadnje, tretmana i vegetacijske sezone ukazuje na činjenicu da su tretmani slično reagirali po danima nakon sadnje u obje vegetacijske sezone.
6. Nije utvrđen utjecaj folijarnih tretmana na rast, distribuciju suhe tvari i koncentraciju dušika nadzemnog dijela krumpira.
7. Koncentracije klorofila a , b ukupnih klorofila ($a+b$) i karotenoida značajno su varirale ovisno o danu nakon sadnje. 70 DNS ostvarena je značajno veća koncentracija pigmenata u odnosu na 80 DNS. Koncentracije navedenih pigmenata nisu bile pod utjecajem folijarnih tretmana. Odnos klorofila a/b bio je veći 80 DNS u odnosu na 70 DNS i značajno je bio različit ovisno o primijenjenom tretmanu. Maksimalni odnos klorofila a/b ostvaren je kod tretmana Epso Salt, značajno veći od tretmana Megagreen za 16%. Između tretmana Epso Salt i tretmana Drin i kontrole nije utvrđena značajna razlika u odnosu klorofila a/b .
8. Kontrola i Megagreen ostvarili su značajno veći prinos gomolja krumpira za 10% od prinosa gomolja ostvarenog pod utjecajem tretmana Drin i Epso Salt.
9. Broj i masa gomolja veličine od 0-25 mm i 25-50 mm nije bio pod utjecajem folijarnih tretmana. Međutim, utvrđen je značajan utjecaj tretmana na broj i masu gomolja

veličine >50 mm. Kontrola, Megagreen i Epso Salt ostvarili su značajno veći broj i masu gomolja veličine >50 mm u odnosu na tretman Drin.

10. Koncentracija fosfora, kalija i magnezija u gomolju krumpira nije bila pod utjecajem folijarnih tretmana, dok je ukupna koncentracija dušika i kalcija varirala značajno uslijed primjene folijarnih tretmana. Kod tretmana Epso Salt utvrđena je najveća koncentracija dušika i bila je veća za 7% od kontrole te za 9% veća od tretmana Megagreen. Između tretmana Epso Salt i Drin te kontrole i Megagreena nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji dušika. Najveća koncentracija kalcija u gomolju krumpira utvrđena je kod tretmana Epso Salt i kontrole i bila je veća za 27% u odnosu na koncentraciju kalcija dobivenu kod tretmana Drin i Megagreen.
11. Indeks sadržaja klorofila pod utjecajem folijarnih tretmana nije se značajno razlikovao u stresnim i ne stresnim uvjetima u obje vegetacijske sezone. Odsustvo signifikantnosti interakcije između tretmana i vremena mjerenja ukazuje da su tretmani slično reagirali u vrijednostima indeksa sadržaja klorofila 92 i 96 DNS.
12. Prinos gomolja krumpira značajno je smanjen u uvjetima stresa uslijed nedostatka vode za prosječno 14% u usporedbi s prinosom u ne stresnim uvjetima. Tretmani su se međusobno značajno razlikovali u prinosu gomolja u stresnim i ne stresnim uvjetima. Tretmani Drin, Megagreen i kontrola ostvarili su značajno veći prinos gomolja krumpira u ne stresnim uvjetima u odnosu na uvjete stresa. U tretmana Epso Salt nije ostvarena značajna razlika u prinosu gomolja u stresnim i ne stresnim uvjetima. U stresnim uvjetima značajno najmanji prinos gomolja krumpira u odnosu na ostala tri tretmana utvrđen je kod tretmana Drin.
13. U uvjetima stresa uslijed nedostatka vode utvrđen je znatno manji broj gomolja po biljci veličine >50 mm za 27% u odnosu na ne stresne uvjete. Kod tretmana Drin, Epso Salt i Megagreen nije utvrđena značajna razlika u broju gomolja veličine >50 mm između stresnih i ne stresnih uvjeta. Kod kontrole dobiven je značajno veći broj gomolja navedene veličine u ne stresnim uvjetima u usporedbi s uvjetima stresa. U stresnim uvjetima značajno veći broj gomolja navedene veličine po biljci ostvarili su tretmani Epso Salt i Megagreen u odnosu na tretmane Drin i kontrolu.

14. U ne stresnim uvjetima postignut je veći broj gomolja sa smeđim mrljama u odnosu na stresne uvjete. Tretmani Drin i kontrola ostvarili su značajno veći broj gomolja sa smeđim mrljama u ne stresnim uvjetima u odnosu na stresne uvjete. Kod tretmana Epso Salt i Megagreen nije ostvarena značajna razlika u broju gomolja sa smeđim mrljama u stresnim i ne stresnim uvjetima. U stresnim uvjetima tretman Megagreen ostvario je značajno veći broj gomolja sa smeđim mrljama u odnosu na ostala tri tretmana.

8. POPIS CITIRANE LITERATURE

1. Ackerson R.C., Krieg D.R., Miller T.D., Stevens R.G. (1977). Water relations and physiological activity of potatoes. *Journal American Society of Horticultural Science* 102: 572-575
2. Alberte R.S., Thornber J.P. (1977). Water stress effects on the content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplasts of maize. *Plant Physiology* 59: 351-353
3. Alexander S.E., Clough G.H. (1998). Spunbonded rowcover and calcium fertilization improve quality and yield in bell pepper. *Hortscience* 33 (7): 1150-1152
4. Allison M.F., Fowler J.H., Allen E.J. (2001). Effects of soil-and foliar-applied phosphorus fertilizers on the potato (*Solanum tuberosum*) crop. *Journal of Agricultural Science* 137: 379-395
5. Alva A.K., Hodges T., Boydston R.A., Collins H.P. (2002). Dry matter and nitrogen accumulations and partitioning in two potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition* 25 (8): 1621-1630
6. Amiri M.E., Fallahi I., Golchin A. (2008). Influence of foliar and ground fertilization on yield, fruit quality and soil, leaf and fruit mineral nutrients in apple. *Journal of Plant Nutrition* 31: 515-525
7. Anić J. (1973). *Ishrana bilja, interna skripta, Zagreb*
8. Arif M., Chohan M.A., Ali S., Gul R., Khan S. (2006). Response of wheat to foliar application of nutrients. *Journal of Agricultural and Biological Science* 1(No. 4): 30-34
9. Atkinson C.J., Mansfield T.A., Kean A.M., Davies W.J. (1989). Control of stomatal aperture by calcium in isolated epidermal tissue and whole leaves of *Commelina communis* L. *New Phytologist* 111: 9-17
10. Ayyub C.M., Amjad M., Ahmed W., Ziaf K., Khan M.I. (2006). Response of potato to nitrogen application methodologies. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 43: 45-49
11. Bai R.Q., Schlegel T.K., Schönherr J., Masinde P.W. (2008). The effects of foliar applied $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and K_2CO_3 combined with the surfactants Glucopon and Plantacare on gas exchange of 1 year old apple (*Malus domestica* BORKH) and broad bean (*Vicia faba* L.) leaves. *Scientia Horticulturae* 116:52-57

12. Baer P., Buchholz A., Schönherr J. (1997). Diffusion in plant cuticles as affected by temperature and size of organic solutes. Similarity and diversity among species. *Plant, Cell and Environment* 20: 982-994
13. Barlog P., Grzebisz W. (2001). Effect of magnesium foliar application on the yield and quality of sugar beet roots. *Rostlinna Vyroba* 47 (9):418-422
14. Basu P.S., Minhas J.S. (1991). Heat tolerance and assimilate transport in different potato genotypes. *Journal of Experimental Botany* 42: 861-866
15. Benavente, J., Munoz, A., Heredia, A., and Canas, A. 1999. Fixed charge and transport numbers in isolated pepper fruit cuticles from membrane potential measurements: Donnan and diffusion potential. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 159: 423–430
16. Bieluga B., Witek A. (1996). Ecological technology of foliar nutrition of potato crop. In: Kaminski E (ed) 3rd International Symposium: Mechanization of fertilizing, plant protection and soil cultivation in ecological aspects, Warszawa, Poland, pp 89-93
17. Boligłowa E., Dzienia S. (1999). Impact of foliar fertilisation of plant on the content of macroelements in potato. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 2 (2)
18. Boligłowa E. (2003). Effect of foliar fertilizers on potato yield, its structure, wholesomeness and storage life of tubers. *Acta Agrophysica* 85: 99-106
19. Booij R.A., Kreuzer D.H., Smit A.L., Van Der werf A. (1996). Effects availability on dry matter production, nitrogen uptake and light of Brussels sprouts and leeks. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 44: 3-19
20. Booij R., Valenzuela J.L., Aguilera C. (2000). Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: Haverkort AD, Mackerron DKL (eds) Management of nitrogen and water in potato production, Wageningen Pers., Netherlands, pp 72-82
21. Brazee R.D., Bukovac M.J., Zhu H. (2004). Diffusion model for plant cuticular penetration by spray-applied weak organic acid bioregulator in presence or absence of ammonium nitrate. *Transactions of the American Society Agricultural Engineers* 47(3): 629-635
22. Burton W.G. (1981). Challenges for stress physiology in potato. *American Potato Journal* 58: 3-14

23. Butler Ellis M.C., Tuck C.R., Miller P.C.H. (1997). The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. *Crop Protection* 16: 41-50
24. Bybordy A., Malakoty M.J. (2001). Affect of applying different levels elements such phosphorus and Zn on cadmium concentration in two species potato (*Solanum tuberosum* L) in Sarab (Eastern azarbyjan). *Journal of Science Research Soil and Water*. National Soil and Water Research Institute Tehran-Iran 15:25-38
25. Chapagain B.P., Wiesman Z. (2004). Effect of Nutri-vant_PeaK foliar spray on plant development, yield and fruit quality in greenhouse tomatoes. *Scientia Horticulturae* 102 (2):177-188
26. Cieslik E., Sikora E. (1997). Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of potassium, calcium and magnesium in potato tubers. *Food Chemistry* 63 (4): 525-528
27. Cirak C., Odabas M.S., Kevseroglu K., Karaka E., Gulumser A. (2006) Response of soybean (*Glycine max*) to soil and foliar applied boron at different rates. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 76 (10): 603-606
28. Clarkson D.T. (1984). Calcium transport between tissues and its distribution in the plant. *Plant, Cell and Environment* 7: 449-456
29. Clough G.H. (1994). Potato tuber yield, mineral concentration and quality after calcium fertilization. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119(2):175-179
30. Currier H.B., Dybing C.D. (1959). Foliar penetration of herbicides. Review and present status. *Weeds* 7: 195-213
31. Dallacosta L., Dellevedove G., Giovanardi R., Peressotti A. (1997). Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato – influence of drought stress. *Potato Research* 40 (1): 19-34
32. DeBlonde P.M.K., Haverkort A.J., Ledent J.F. (1999). Responses of early and late potato cultivars to moderate drought conditions. Agronomic parameters and carbon isotope discrimination. *European Journal of Agronomy* 11(2): 91-105
33. DeBlonde P.M.K., Ledent J.F. (2001). Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy* 14: 31-41
34. Dong C.X., Zhou J.M., Fan X.H., Wang H.Y., Duan Z.Q., Tang C. (2004). Application methods of calcium supplements affect nutrient levels and calcium forms in mature tomato fruits. *Journal of Plant Nutrition* 27 (89): 1443-1455

35. Dong S., Neilsen D., Neilsen G.H., Fuchigami L.H. (2005). Foliar N application reduces soil NO₃⁻ leaching loss in apple orchards. *Plant Soil* 268: 357-366
36. Državni zavod za statistiku (2008). Statistički ljetopis. Državni zavod za statistiku, Zagreb
37. Dwelle R.B., Kleinkoph G.E., Steinhurst R.K., Pavek J.J., Hurley P.J. (1981). The influence of physiological processes on tuber yield of potato clones (*Solanum tuberosum* L.): Stomatal diffusive resistance, stomatal conductance, gross photosynthetic rate, leaf canopy, tissue nutrient levels, and tuber enzymes activities. *Potato Research* 24: 33-47
38. Eichert, T., Kurtz, A., Steiner, U., and Goldbach H.E. (2008). Size exclusion limits and lateral heterogeneity of the stomatal foliar uptake pathway for aqueous solutes and water-suspended nanoparticles. *Physiologia Plantarum* 134: 151–160
39. Eichert, T. and Goldbach H.E. (2008). Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces - further evidence for a stomatal pathway. *Physiologia Plantarum* 132: 491–502.
40. El – Beltagy M. S., Abou – Hadid A. F., El – Abd S.O., Singer S.M., Abdel – Naby A. (2002). Response of fall season potato crop to different calcium levels. In *Proceedings of the Second Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes*, vol 579. pp 289-293
41. Eldredge E.P., Shock C.C., Stieber T.D. (1992). Plot sprinklers for irrigation research. *Agronomy Journal* 84: 1081-1084
42. Eldredge E.P., Holmes Z.A., Mosley A.R., Shock C.C., Stieber T.D. (1996). Effects of transitory water stress on potato tuber stem-end reducing sugar and fry color. *American Potato Journal* 73: 517-530
43. Emam Y., Borjian A.R. (2000). Yield and yield components of two winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in response to rate and time of foliar urea application. *Journal of Agricultural Science and Technology* 2: 263-270
44. Evans J. (1989). Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. *Oecologia* 78: 9-19
45. Fabeiro C.F., de Santa Olalla M., de Juan J.A. (2001). Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agricultural Water Management* 48: 255-266
46. Feddes R.A. (1987). Agrometeorological aspects of emergence, water use, growth and dry matter yield of potatoes. *Agrometeorology of the potato crop. Acta Horticulturae* 214: 45-52

47. Fernandez V., Del Rio V., Abadia J., Abadia A. (2006). Foliar iron fertilization of peach (*Prunus persica* L.): Effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant Soil* 289: 239-252
48. Fernandez V., Eichert T., Del Rio V., Lopez-Casado G., Heredia- Guerrero J.A., Abadia A., Heredia A., Abadia J. (2008 a). Leaf structural changes associated with iron deficiency chlorosis in field-grown pear and peach: Physiological implications. *Plant Soil* 311: 161-172
49. Fernandez V., Del Rio V., Pumarino L., Igartua E., Abadia J., Abadia A. (2008 b). Foliar fertilization of peach (*Prunus persica* L.) with different iron formulations: Effects on re-greening, iron concentration and mineral composition in treated and untreated leaf surfaces. *Scientia Horticulturae* 117 (3): 241-248
50. Fernandez V., Eichert T. (2009). Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Science* 28: 36-68
51. Fritz A. (1978). Foliar fertilization-a technique for improved crop production. *Acta Horticulturae* 84: 43-56
52. Genstat 7 Committee (2003) Genstat Release 7•1 Reference Manual. VSN International, Oxford, UK.
53. Ghanotakis D.F., Yocum C.F. (1990). Photosystem II and the oxygen-evolving complex. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 41: 255-276
54. Girma K., Martin K.L., Freeman K.W., Mosali J., Teal R.K., Raun R., Moges S.M., Arnall D.B. (2007). Determination of optimum rate and growth stage for foliar applied phosphorus in corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 38 (9): 1137-1154
55. Gluska A. (2004). Reaction of potato (*Solanum tuberosum* L.) to rainfall distribution under field conditions and to testing drought imposed at different phases of bulking stage in cultivars of different vegetation length in a pot experiment. *Zeszyty Problemowe Postepow nauk Rolniczych* 496: 217-227
56. Gong Y.S., Wang G.W. (1991). An investigation on the effect of drought stress on growth of sweet potato and measures to improve drought resistance and stabilize yields. *Zhejiang Academy of Agricultural Science* 1: 25-29

57. Gopal J., Khurana S.M.P. (2006). Handbook of potato production, improvement and postharvest management. Food Products Press, an imprint of The Haworth Press, Binghamton, New York
58. Gregory P.J., Simmonds L.P. (1992). Water relations and growth of potatoes. In: Harris PM (eds) *The Potato Crop*, Second Edition, Chapman & Hall, London, 214-246
59. Gruda N. (2005). Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. *Critical Review in Plant Science* 24: 227-247
60. Guenis A., Alpaslan M., Unal A. (2003). Effects of boron fertilization on the yield and some yield components of bread and durum wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27: 329-335
61. Harris P.M. (1978). *The potato crop. The Scientific basis for improvement.* Chapman and Hall, London
62. Haq M.U, Mallarino A.P. (2000). Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. *Agronomy Journal* 92 (1): 16-24
63. Haverkort A.J., Waart M.van D., Bodlaender K.R.A.(1990). The effect of early drought stress on numbers of tubers and stolons of potato in controlled and field conditions. *Potato Research* 33 (1):89-96
64. Haverkort A.J., Boerma M., Velema R., van de Waart M. (1992). The influence of drought and cyst nematodes on potato growth. Effects on crop growth under field conditions of 4 cultivars differing in tolerance. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 98: 179-191
65. Haynes K.G., Haynes F.L., Swallow W.H. (1988). Temperature and photoperiod effect on tuber production and specific gravity in diploid potatoes. *HortScience* 23: 562-565
66. Heatherly L.G., Elmore R.W. (2004). Managing inputs for peak production. In: Boerma HR, Specht JE (eds) *Soybeans: Improvement, Production and uses*, ASA, CSSA, SSSA, Madison, Winconsin, USA, pp 451-536
67. Heredia, A. and Benavente, J. (1991). A study of membrane potential across isolated fruit cuticles for NaCl and CaCl₂ solutions, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes* 1062: 239–244.
68. Hiller L.K., Koller D.C., Thornton R.E. (1985). Physiological disorders of potato tubers. In: Li PH (eds) *Potato Physiology*, pp 389-455

69. Hiller L.K., Thornton R.E. (1993). Management of physiological disorders. In: Rowe RC (eds) *Potato Health Management*, St. Paul, Minnesota, USA: APS Press, pp 87-94
70. Hiller K.L.(1995). Foliar fertilization bumps potato yields in northwest. *Fluid Journal*: 1-3
71. Hopkins B., Jolley V., Webb B., Ellsworth J., Redd S. (2006). Potato responses to soil and foliar boron applied at different stages of development. In: American Society of Agronomy – Crop Science Society of America – Soil Science Society of America 2006 International Meetings, Indianapolis
72. Horvat T., Poljak M., Majić A., Gunjača J. (2006). Reakcija krumpira na folijarnu primjenu gnojiva. In: Kovačević V, Jovanovac S (eds) *Priopćenja 41. Hrvatskog & međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma*, Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, pp 385-386
73. Horvat T., Poljak M., Majić A., Svečnjak Z., Jurkić V. (2008). Effects of foliar fertilization and water stress on yield and physiological characteristics of potato. *Cereal Research Communications* 36: 1659-1662
74. Huber S.C., Rogers H.H., Mowry F.L.(1984). Effects of water stress on photosynthesis and carbon partitioning in soybean (*Glycine max* (L) Merr.). Plants grown in the field at different CO₂ levels. *Plant Physiology* 76: 244-249
75. Iqbal M.M., Shah S.M., Mohammad W., Nawaz H. (1999). Field response of potato subjected to water stress at different growth stages. In: *Crop Yield Response to Deficit Irrigation* (C Kirda, P Moutonnet, C Hera, Nielsen DR, eds), Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 213-223
76. Iwama K., Uemura T., Umemura Y. (1998). A simple method for selection of potato lines with a higher root /total ratio at an early stage in the seedling generation. *Plant Production Science* 1: 286-287
77. Jablonski K. (2003). Efficiency of foliar and „to soil” fertilization of potatoes the urea-ammonium-nitrate solution (UAN 32). *Acta Agrophysica* 85:125-135
78. Johnson R.S., Rosecrance R., Weinbaum S., Andris H., Wang J. (2001). Can we approach complete dependence on foliar-applied urea nitrogen in an early-maturing peach?. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 126: 364-370
79. Jolley V.D., Hopkins B.G., Webb B.L., Callahan R.K. (2007). Boron fertilization of potato in Southeastern Idaho. In: American Society of Agronomy – Crop Science

- Society of America – Soil Science Society of America 2007 International Annual Meetings, New Orleans, Louisiana
80. Jolley V.D., Hopkins B.G., Ellsworth J.W., Webb B.L., Cook A.G., Bowen T. (2005). Soil tests and yield response of potato to soil and foliar applications of boron. In: American Society of Agronomy – Crop Science Society of America – Soil Science Society of America 2005 International Annual Meetings
 81. Jordan G.J., Brodribb T.J. (2007). Incontinence in aging leaves: Deteriorating water relations with leaf age in *Agastachys odorata* (Proteaceae), a shrub with very long-lived leaves. *Functional Plant Biology* 34: 918-924
 82. Karafyllidis D.I., Stavropoulos N., Georgakis D. (1996). The effect of water stress on the yielding capacity of potato crops and subsequent performance of seed tubers. *Potato Research* 39 (2): 153-163
 83. Karlsson B.H., Palta J.P., Crump P.M. (2006). Enhancing tuber calcium concentration may reduce incidence of blackspot bruise injury in potatoes. In: *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science* 41(5):1213-1221
 84. Kenbaev B., Sade B. (2002). Response of field-grown barley cultivars grown on zinc-deficient soil to zinc application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33 (3-4): 533-544
 85. Kerstiens G. (1996) Cuticular water permeability and its physiological significance. *Journal of Experimental Botany* 47: 1813-1832
 86. Khan M.Z., Muhammad S., Naeem M.A., Akhtar E., Khalid M. (2006). Response of some wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties to foliar application of N and K under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Botany* 38 (4): 1027-1034
 87. Khandakhar S.M.A.T., Rahman M.M., Uddin M.J., Khan S.A.K.U., Quddus K.G. (2004). Effect of lime and potassium on potato yield in acid soil. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7 (3): 380-383
 88. Kilpatrick J. B. (1993). Effects of foliar applications of mono-ammonium phosphate grown at three levels of seedbed phosphate. *Annals of applied Biology* 122 (Supplement 14, Tests of Agrochemicals and Cultivars): 106-107
 89. King B., Stark J., Love S. (2003). Potato production with limited water supplies. In: *Potato Conference, Idaho*
 90. Kleinhenz M.D., Palta J.P., Gunter C.C., Kelling K.A. (1999). Impact of source and timing of calcium and nitrogen applications on “Atlantic” potato tuber calcium

- concentrations and internal quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124 (5): 498-506
91. Kleinhenz M.D., Palta J.P. (2002). Root zone calcium modulates the response of potato plants to heat stress. *Physiologia Plantarum* 115: 111-118
 92. Koch K., Hartmann K.D., Schreiber L., Barthlott W., Neinhuis C. (2006). Influence of air humidity on epicuticular wax chemical composition, morphology and wettability of leaf surfaces. *Environmental and Experimental Botany* 56: 1-9
 93. Kovacheva T., Pandev S., Jancheva D. (1999) Promeni v aktivnostta na nitrarreduktazata pri orientalski tyutyun tertian s Tabex and Lactofol. In: Ignatov G (eds) *Postigenia I Perspektivi na Mineralnoto Hranene I Vodniya Regim na Rasteniayata*. Bulgarian Academy of Science, vol 1. Sofia, pp 36-39
 94. Kovačević V., Vukadinović V., Komljenović I. (1991). Tipovi kloroze soje uslijed debalansa ishrane na tlima istočne Hrvatske. *Znanost i Praksa u Poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji* 21:15-23
 95. Kristek A., Kovacevic V., Antunovic M. (2000). Response of sugar beet to foliar magnesium fertilization with Epso Salt. *Rostlinna Vyroba* 46 (4): 147-152
 96. Ku S.B., Edwards G.E., Tanner C.B. (1977). Effects of light, carbon dioxide and temperature on photosynthesis, oxygen inhibition of photosynthesis, and transpiration in *Solanum tuberosum*. *Plant Physiology* 59: 868-872
 97. Law R.D., Crafts-Brandner S.J. (1999). Inhibition and acclimation of photosynthesis to heat stress is closely correlated with activation of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase. *Plant Physiology* 120: 173-182
 98. Lawson T., Tullock A-M., Craigon J., Black C.R., Colls J.J., Landon G. (2001). Photosynthetic responses to elevated CO₂ and O₃ in field-grown potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Plant Physiology* 158: 309-323
 99. Lea-Cox J.D., Syvertsen, J.P. (1995). Nitrogen uptake by citrus leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 120: 505–509.
 100. Leach J.E., Parkinson K.J., Woodhead T. (1982). Photosynthesis, respiration and evaporation on field-grown potato crop. *Annals of Applied Biology* 101: 377-390
 101. Lester G.E., Jifon J.L., Makus D.J. (2006). Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmellon quality. *Horticultural Science* 4: 741-744
 102. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. (2002). *Povrcarstvo*. Zrinski d.d., Čakovec

103. Levy D. (1983). Varietal differences in the responses of potatoes to repeated short periods of water stress in hot climates. Tuber yield and dry matter accumulation and other tuber properties. *Potato Research* 26: 315-321
104. Lewis D.J., Kettlewell P.S. (1992). A comparison of broadcast and placed liquid fertilizer for potatoes. *Aspects of Applied Biology* 33: 29-35
105. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions* 11: 591-592
106. Liu H.C., Chen X.M., Chen R.Y., Song S.W., Sun G.W. (2008). Effects of magnesium deficiency on growth and photosynthesis of flowering Chinese cabbage. *Acta Horticulturae* 767: 169-174
107. MacKerron D.K.L., Jefferies R.A. (1986). The influence of early soil moisture stress on tuber numbers in potato. *Potato Research* 29: 299-312
108. Majić A., Poljak M., Horvat T., Sabljo A. (2006). Uporaba klorofilmetra i NO₃ ion metra u uzgoju krumpira. In: Jovanovac S, Kovačević V (eds) *Priopćenja* 41. Hrvatskog i međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma, Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, pp 445-446
109. Marinus J., Bodlaender K.B.A. (1975). Response of some potato varieties to temperature. *Potato Research* 18: 189-204
110. Marshall B., Vos J. (1991). The relation between the nitrogen concentration and photosynthetic capacity of potato (*Solanum tuberosum* L.) leaves. *Annals of Botany* 68: 33-39
111. Marton L. (2004). Fertilization, rainfall and crop yield. *Acta Agronomica Hungarica* 52 (2): 165-172
112. Mc Mullan P.M. (2000). Utility adjuvants. *Weed Technology* 14: 792-797
113. Mesquita H.A., Alvarenga M.A.R., Paula M.B. (2007). Yield and quality of the potato in response of boron levels. *Ciencia e Agrotecnologia* 31(2): 385-392
114. Michalojc Z.M., Horodko K. (2006). Effect of calcium foliar nutrition on yield and chemical composition of sweet pepper. *Acta Agrophysica* 7 (3): 671-679
115. Miller D.E., Martin M.W. (1985). Effect of water stress during tuber formation on subsequent growth and internal defects in Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal* 62: 83-89

116. Minhas J.S., Bansal K.C. (1991). Tuber yield in relation to water stress at different stages of growth in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of the Indian Potato Association* 18 (1-2): 1-8
117. Mondy N.I., Ponnampalam R. (1986). Potato quality as affected by source of magnesium fertilizer: nitrogen, minerals and ascorbic acid. *Journal of Food Science* 51 (2): 352-354
118. Monk L.S., Davies H.V. (1989). Antioxidant status of the potato tuber and Ca²⁺ deficiency as a physiological stress. *Physiologia Plantarum* 75 (3): 411-416
119. Mousavi S.R., Galavi M., Ahmadvand G. (2007). Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 6: 1256-1260
120. Nawrath C. (2006). Unraveling the complex network of cuticular structure and function. *Current Opinion in Plant Biology* 9: 281-287
121. Netto A.T., Campostrini E., de Oliveira J.G., Bressan-Smith R.E. (2005). Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae* 104: 199-209
122. Neumann M., Prinz R. (1975). The reduction by surfactants of leaf burn resulting from foliar sprays and a salt-induced inhibition of the effect. *Journal of the Science Of Food and Agriculture* 26: 909-914
123. Ogren E., Oquist G. (1985). Effects of drought on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition in intact willow leaves. *Planta* 166: 380-388
124. Olensinki A.A., Wolf S., Rudich J., Marani A. (1989). The effect of nitrogen fertilization and irrigation frequency on photosynthesis of potato (*Solanum tuberosum*). *Annals of Botany* 64: 651-657
125. Orphanos P.I. (1980). Dry matter content and mineral composition of potatoes grown in Cyprus. *Potato Research* 23: 371-374
126. Ozgen S., Palta J.P., Kleinhenz M.D. (2003). Influence of supplemental fertilization on potato tuber size and tuber number. *Acta Horticulturae* 619: 329-336
127. Ozgen S., Karlsson B.H., Palta J.P. (2006). Response of potatoes (cv Russet Burbank) to supplemental calcium applications under field conditions: Tuber calcium, yield, and incidence of internal brown spot. *American Journal of Potato Research* 83 (2): 195-204

128. Paknejad F., Nasri M., Moghadam H.R.T., Zahedi H., Alahmadi M.J. (2007). Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. *Journal of Biological Sciences* 7 (6): 841-847
129. Palta J.P. (1996). Role of calcium in plant responses to stresses: Linking basic Research to the solution of practical problems. *HortScience* 31(1): 51-57
130. Pater J.R., Patel Z.G. (1994). Effect of foliar fertilization of nitrogen and phosphorus on growth and yield of summer greengram (*Phaseolus radiatus*). *Indian Journal of Agronomy* 39 (4): 578-580
131. Peng L., YuAi Y. (2003). Effect of molybdenum and boron on photosynthetic efficiency of soybean. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* 4: 456-461
132. Pereira A.B., Shock C.C. (2006). Development of irrigation best management practices for potato from a research perspective in the United States. *Sakia.org e-publish* 1(1): 1-20
133. Peterson T.A., Blackmer T.M., Francis D.D. Scheppers J.S. (1993). Using a chlorophyll meter to improve N management. In: *A Webguide in Soil Resource Management: D-13 Fertility*. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA
134. Pevalek-Kozlina B. (2003). *Fiziologija bilja*. Profil, Zagreb
135. Poljak M., Ljubičić M., Čustić M., Čosić T., Pavlović I. (2003). Efikasnost folijarno dodanog Ca u sprečavanju pojave vršne truleži ploda paprike. U: *Zbornik radova, 38. znanstveni skup hrvatskih agronoma, Agronomski fakultet, Zagreb*
136. Poljak M., Majić A., Horvat T. (2005). Uporaba klorofilmetra u gnojidbi krumpira dušikom u uvjetima Hercegovine. U: *Kovacevic V, Jovanovac S (eds) Priopćenja XV znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, pp 371-372*
137. Poljak M., Horvat T., Čustić M., Čosić T., Čoga L., Majić A. (2006). Utjecaj gnojidbe dušikom na kemijski sastav gomolja krumpira. In *Jovanovac S, Kovačević V (eds) Priopćenja 41. Hrvatskog & međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma, Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, pp 471-472*
138. Poljak M., Majić A., Knezović Z., Horvat T. (2007 a). Uporaba klorofil metra u ocjeni utjecaja dušika na rast i razvoj ranog krumpira. U: *Zbornik radova 2. Hrvatskog botaničkog kongresa s međunarodnim sudjelovanjem, Zagreb, Hrvatska*

139. Poljak M., Herak-Ćustić M., Horvat T., Čoga L., Majić A. (2007 b). Effects of nitrogen nutrition on potato tuber composition and yield. *Cereal Research Communications* 35: 937-940
140. Poljak M., Horvat T., Majić A., Pospíšil A., Ćosić T. (2008). Nitrogen management for potatoes by using rapid test methods. *Cereal Research Communications* 36: 1795-1798
141. Prange R.K. (1986). Chlorophyll fluorescence in vivo as an indicator of water stress in potato leaves. *American Potato Journal* 63: 326-336
142. Prange R.K., McRae K.B., Midmore D.J., Deng R. (1990). Reduction in potato growth at high temperature: Role of photosynthesis and dark respiration. *American Potato Journal* 67: 357-369
143. Prasad M., Brereton A.J. (1970). A comparasion of the effects of foliar-applied and soil-applied phosphatic fertilizers on crop yields. *Irish Journal of Agricultural Research* 9: 401-414
144. Pszczolkowska A., Olszewski J., Plodzien K., Lapinski M., Fordonski G., Zuk-Golaszewska K. (2002). Effect of mineral stress on productivity of selected genotypes of pea (*Pisum sativum* l.) and yellow lupin (*Lupinus luteus* L.). *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 5 (2)
145. Ramalho J.C., Nunes M.A. (1995). Effects of calcium deficiency on *Coffea Arabica*. Nutrient changes and correlation of calcium levels with some photosynthetic parameters. *Plant and Soil* 172: 87-96
146. Ramsey R.J.L., Stephenson G.R. Hall J.C. (2005). A review of the effects of humidity, humectants and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly water-soluble herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 82: 162-175
147. Ranjbar R., Malakoty M.J.(2000). Effect of different amount K and sulfate Zn fertilizers on performance and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) crop in Banab (first and second part). *Journal of Science Research. Soil and Water. National Soil and Water Research Institute Tehran-Iran* 12: 110-120
148. Reinbott T.M., Blevins D.G. (1995) Response of soybean to foliar-applied magnesium and soil-applied boron. *Journal of Plant Nutrition* 18 (1): 179-200
149. Reynolds M.P., Ewing E.E., Owens T.G. (1990). Photosynthesis at high temperature in tuber-bearing *Solanum* species. *Plant Physiology* 93: 791-797

150. Richardson A., Wojciechowski T., Franke R., Schreiber L., Kerstiens G., Jarvis M., Fricke W. (2007). Cuticular permeance in relation to wax and cutin development along the growing barley (*Hordeum vulgare*) leaf. *Planta* 225: 1471-1481
151. Riederer M., Friedmann A. (2006). Transport of lipophilic non- electrolytes across the cuticle. U: *Biology of the plant Cuticle*. Annual Plant Reviews 23: 250-279. Riederer, M. Muller C. Eds., Blackwell Publishing, Oxford
152. Rivero R.C., Suarez Hernandez P., Rodriguez Rodriguez E., Martin J.D., Romero C.D. (2003). Mineral concentrations in cultivars of potatoes. *Food Chemistry* 83: 247-253
153. Rombola A.D., Brggemann W., Tagliavini M., Marangoni B., Moog P.R. (2000). Iron source affects iron reduction re-greening of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves. *Journal of Plant Nutrition* 23: 1751-1765
154. Rykaczewska K. (2004). Effect of high temperature during vegetation on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield, period of tuber dormancy and seed tuber yielding ability. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych* 496: 185-198
155. Sanchez R.A., Hall A.J., Trapani N., Cohen de Hunau R. (1982). Effects of water stress on the chlorophyll content, nitrogen level and photosynthesis of leaves of two maize genotypes. *Photosynthesis Research* 4: 35-47
156. Schapendonk A.H.C.M., Spitters C.J.T., Groot P.J. (1989). Effects of water stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of five potato cultivars. *Potato Research* 32: 17-32
157. Schlegel T., Schönherr J., Schreiber L. (2006). Rates of foliar penetration of chelated Fe(III): role of light, stomata, species and leaf age. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 6809-6813
158. Schon M.K. (1993). Effects of foliar antitranspirant or calcium nitrate applications on yield and blossom-end rot occurrence in greenhouse-grown peppers. *Journal of Plant Nutrition* 16 (6): 1137-1149.
159. Schönherr J. (1976). Water permeability of isolated cuticular membranes: The effect of pH and cations on diffusion, hydrodynamic permeability and size of polar pores in the cutin matrix. *Planta* 128: 113–126 .
160. Schönherr J. Bukovac M.J. (1978). Foliar penetration of succinic acid-2,2-dimethylhydrazide: Mechanisms and rate limiting step. *Physiologia Plantarum* 42: 243-251

161. Schönherr J. (2000). Calcium chloride penetrates plant cuticles via aqueous pore. *Planta* 212: 112-118
162. Schönherr J. (2001). Cuticular penetration of calcium salts: effects of humidity, anions and adjuvants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 164: 225-231
163. Schönherr J. (2006). Characterization of aqueous pores in plant cuticles and permeation of ionic solutes. *Journal of Experimental Botany* 57: 2471-2491
164. Schreiber L. (2005). Polar paths of diffusion across plant cuticles: new evidence for an old hypothesis. *Annals of Botany* 95: 1069-1073
165. Schreiber L. (2006). Review of sorption and diffusion of lipophilic molecules in cuticular waxes and the effects of accelerators on solute mobilities. *Journal of Experimental Botany* 57: 2515-2523
166. Sfredo G.J., Klepker D. (2004). Soybean response to sulphur application in a Cerrado soil of Piauí, Brazil. In: Moscardi F et al. (eds.) *Proc WSRC VII, Foz do Iguassu, Brazil, 186-187*. Chicago, USA: 608-609
167. Shalhevet J., Shimshi D., Meir T. (1983). Potato Irrigation requirements in a hot climate using sprinkler and drip methods. *Agronomy Journal* 75:13-16
168. Shock C.C., Zalewski J.C., Stieber T.D., Burnett D.S. (1992). Impact of early-season water deficits on Russet Burbank plant development, tuber yield and quality. *American Potato Journal* 69: 793-803
169. Shock C.C., Holmes Z.A., Stieber T.D., Eldredge E.P., Zhang P. (1993). The effect of timed water stress on quality, total solids and reducing sugar content of potatoes. *American Potato Journal* 70: 227-241
170. Sinclair T.R., Horie T. (1989). Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review. *Crop Science* 29: 90-98
171. Soleimani R. (2006). The effects of integrated application of micronutrient on wheat in low organic carbon conditions of alkaline soils of western Iran. 18th world congress of soil science
172. Soyly S.B., Sade A., Topal N., Akgun N., Gezgin S. (2005). Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in low boron calcareous soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 275-286
173. Spitters C.J.T., Schapendonk A.H.C.M. (1990). Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. *Plant and Soil* 123: 193-203

174. Stancheva I., Mitova I., Petkova Z. (2004). Effects of different nitrogen fertilizer sources on the yield, nitrate content and other physiological parameters in garden beans. *Environmental and Experimental Botany* 52: 277-282
175. Steyn J.M., Du plessis H.F., Fourie P., Ross T. (2000). Irrigation scheduling of drip irrigated potatoes. *Micro-irrigation technology for developing agriculture*. In: 6th International Micro-irrigation Congress, South Africa, pp 22-27
176. Stock D., Holloway P.J. (1993). Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. *Pesticide Science* 38: 165-177
177. Takacs-Hajos M., Szabo L., Racz I., Mathe A., Szoke E. (2007). The effect of Mg-leaf fertilization on quality parameters of some horticultural species. *Cereal Research Communications* 35(2): 1181-1184
178. Tawfik A.A., Kleinhenz M.D., Palta J.P. (1996). Application of calcium and nitrogen for mitigating heat stress effects on potatoes. *American Potato Journal* 73: 261-273
179. Terry N., Ulrich A. (1974). Effects of magnesium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. *Plant Physiology* 54: 379-381
180. Thornton M.K. (2002). Effects of heat and water stress on the physiology of potatoes. In: *Idaho Potato Conference*
181. Tibbits T.W., Palzkill D.A. (1979). Requirement for root-pressure flow to provide adequate calcium to low transpiring tissue. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 10: 251-257
182. Timlin D., Lutfur Rahman S.M., Baker J., Reddy V.R., Fleisher D., Quebedeaux B. (2006). Whole plant photosynthesis, development and carbon partitioning in potato as a function of temperature. *Agronomy Journal* 98: 1195-1203
183. Trehan S.P., Sharma K.K., Grewal J.S. (1995). Effect of soil and foliar application of micronutrients and fungicides on late blight (*Phytophthora infestans*) and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 65: 836-841
184. Tyree, M.T., Scherbatskoy, and Tabor, C.A. (1990a). Leaf cuticles behave as asymmetric membranes. Evidence from the measurement of diffusion potentials. *Plant Physiology* 92: 103–109.
185. Tzeng K.C., Kelman A., Simmons K.E., Kelling K.A. (1986). Relationship of calcium nutrition to internal brown spot of potato tubers and subapical necrosis of sprouts. *American Potato Journal* 63: 87-97

186. Val J., Monge E., Risco D., Blanco A. (2008). Effect of pre-harvest calcium sprays on calcium concentrations in the skin and flesh of apples. *Journal of Plant Nutrition* 31: 1889-1905
187. van Loon C.D. (1981). The effect of water stress on potato growth, development and yield. *American Potato Journal* 58: 51-69
188. Vega-Semorile S.E., Bamberg J.B., Palta J.P. (1996). Potential for improving freezing stress tolerance of wild potato germplasm by supplemental calcium fertilization. *American Potato Journal* 73: 397-409
189. Vos J., Groenwold J. (1989 a). Genetic differences in water-use efficiency, stomatal conductance and carbon isotope fractionation in potato. *Potato Research* 32 (2): 113-121
190. Vos J., Groenwold J. (1989 b). Characteristics of photosynthesis and conductance of potato canopies and the effect of cultivar and transient drought. *Field Crops Research* 20: 237-250
191. Vos J., Biemond H. (1992). Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. Leaf appearance, expansion growth, life span of leaves and stem branching. *Annals of Botany* 70: 27-35
192. Vos J. (1995). Nitrogen and the growth of potato crops. In: Haverkort AJ, MacKerron DKL (eds) *Potato Ecology and Modelling of Crops under Conditions Limiting Growth.. Current Issues in Production Ecology*, vol 3. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 115-128
193. Vos J., Van der Putten P.E.L. (1998). Effect of nitrogen supply on leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. *Field Crops Research* 59: 63-72
194. Vos J., Groenwold J. (2003). Characteristics of photosynthesis and conductance of potato canopies and the effects of cultivars and transient drought. *Field Crops Research* 20 (4): 237-250
195. Vratarić M., Sudarić A., Kovačević V., Duvnjak T., Krizmanić M., Mijić A. (2006). Response of soybean to foliar fertilization with magnesium sulphate (Epsa Salt). *Cereal Research Communications* 34(1): 709-712
196. Vreugdenhil D., Bradshaw J., Gebhardt C., Govers F., MacKerron D.K.L., Taylor M.A., Ross H.A. (2008). *Potato biology and biotechnology. Advances and perspectives.* Elsevier Ltd, Amsterdam

197. Vukadinović V., Lončarić Z. (1998). Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek
198. Wada T., Ikeda H., Ikeda M., Furukawa H. (1996). Effects of foliar application of calcium solutions on the incidence of blossom-end rot of tomato fruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 65 (3): 553-558
199. Walworth J.L., Carling D.E. (2002). Tuber initiation and development in irrigated and non-irrigated potatoes. *American Journal of Potato Research* 79: 387-395
200. Welker O.A., Haas K. (1999). Temperature-depending micromorphology of epicuticular wax in cabbage (*Brassica oleracea var. capitata*). *J. App. Bot.* 73: 99-104
201. Wheeler R.M. (2006). Potatoes for human exploration of space: Observations from NASA-sponsored controlled environment studies. *Potato Research* 49: 67-90
202. Witek A. (1999). Foliar nutrition of potato crops. In. *Problemy Inzynierii Rolniczej*, vol 4. Poland, pp 13-28
203. Wolf S., Marani A., Rudich J. (1990). Effect of temperature and photoperiod on assimilate partitioning in potato plants. *Annals of Botany* 66: 513-520
204. Wu J., Wang D., Rosen C.J., Bauer M.E. (2007). Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and QuickBird satellite imagery in detecting nitrogen status of potato canopies. *Field Crop Research* 101: 96-103
205. XiaoRong W., MingDe H., LiPing Q. (2004). Effect of manganese fertilizer on photosynthesis of maize under soil drought condition. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*.10(3): 255-258
206. Yamaguchi M., Timm H., Spurr A.R. (1964). Effects of soil temperature on growth and nutrition of potato plants, and tuberization, composition and periderm structure of tubers. *Proceedings of The American Society for Horticultural Science* 84: 412-423
207. Yandell B.S., Najar A., Wheeler R., Tibbitts T.W. (1988). Modeling the effects of light, carbon dioxide, and temperature on the growth of potato. *Crop Science* 28: 811-818
208. Younis M.E., El-Shahaby O.A., Abo-Hamed S.A., Ibrahim A.H. (2000). Effects of water stress on growth, pigments and ¹⁴CO₂ assimilation in three Sorghum cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science* 185 (2): 73-82
209. Zabkiewicz, J. A., Stevens, P. J. G., Forster, W. A., and Steele, K. D. 1993. Foliar uptake of organosilicone surfactant oligomers into bean leaf in the presence and absence of glyphosate. *Pesticide Science* 38:135–143.

210. Zhang Q., Brown P. (1999). The mechanism of foliar zinc absorption in pistachio and walnut. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124: 312-317
211. Zhao D., Oosterhuis D.M. (2002). Cotton carbon exchange, non-structural carbohydrates, and boron distribution in tissues during development of boron deficiency. *Field Crops Research* 78: 75-77