



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

РАЗЛИЧИТИ НАЧИНИ ЂУБРЕЊА СА
НРК И Fe, Mn И Zn У ЗАСАДУ ЈАБУКЕ
Докторска дисертација

Ментор:

Проф. др Маја Манојловић

Кандидат:

Mr Abou Baker Brayek

Нови Сад, 2019.

Захвалница

Желео бих да изразим искрену захвалност својој менторки проф. др Маји Манојловић за указану помоћ, подршку, сугестије и велико поверење приликом истраживања и израде докторске дисертације.

Посебну захвалност дугујем. доц. др Ранку Чабиловском на пруженој помоћи, подршци и корисним саветима током истраживања.

Захваљујем осталим члановима комисије за оцену и одбрану докторске дисертације: проф. др Влади Личини, проф. др Ненаду Магазину и проф. др Боривоју Пејићу за корисне дискусије и савете.

Захваљујем и свим колегама са предмета Агрохемија који су ми пружили помоћ током израде рада и били подршка свих протеклих година.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада (дипл., маг., докт.): ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Мр Abou Baker H. Milad Brayek, дипл. инж.
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	Др Маја Манојловић, редовни професор Пољопривредни Факултет, Универзитет У Новом Саду
Наслов рада: НР	Различити начини ђубрења са NPK и Fe, Mn и Zn у засаду јабуке
Језик публикације: ЈП	Српски
Језик извода: ЈИ	срп. / енг.
Земља публикавања: ЗП	Србија
Уже географско подручје: УГП	АП Војводина
Година: ГО	2019. година
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса:	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја

МА	Обрадовића 8, 21000 Нови Сад
Физички опис рада: ФО	(број поглавља 9 / страница 180 / слика 6 / табела 10 / Графикона 90 / референци 216)
Научна област: НО	Агрономија
Научна дисциплина: НД	Агрохемија
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Начин ђубрења, плодност земљишта, принос и квалитет јабуке, НРК ђубрива, ђубрива са микроелементима
УДК	628.4.033:634.11.03(043.3)
Чува се: ЧУ	Пољопривредни факултет, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад
Важна напомена: ВН	Нема
Извод: ИЗ	<p>Јабука, и друге биљне врсте захтевају различите елементе за раст и развој. Неки од есенцијалних елемената су потребни у великим количинама, док су други потребни у малим количинама, за вегетативни и репродуктивни раст биљака. Велики број фактора, укључујући параметре плодности земљишта, количину примењених ђубрива и начин примене ђубрива, утичу на исхрану јабуке и других врста воћа.</p> <p>Циљ истраживања је поређење различитих начина примене, врста и доза ђубрива са макро и микроелементима код две сорте јабуке: Златни делишес (Golden Delicious) и Ред јонапринц (Red Jonaprince), ради проналажења најефикаснијег система примене ђубрива.</p> <p>У првој години истраживања испитан је утицај наводњавања и фертигације системом „кап по кап“ на плодност земљишта у зони кореновог система у производним засадама јабуке сорте Златни делишес. Истраживања су обављена на три локалитета у АП Војводини. Узорци земљишта узети су из слојева земљишта 0-10, 10-20, 20-30 и 30-50 cm. У циљу сагледавања утицаја наводњавања системом „кап по кап“ на хемијска својства земљишта, узорковано је земљиште испод црева-емитера за наводњавање и земљиште из међуредног простора на удаљености од 1,5 м од црева за наводњавање.</p> <p>На основу добијених резултата из производних засада, постављени су двогодишњи огледи у засаду јабуке сорте Златни делишес (Golden Delicious) и Ред јонапринц (Red Jonaprince) старости две године, односно три године (садња 2012), на Огледном пољу Департамана за воћарство, виноградарство, хортикултуру и</p>

пејзажну архитектуру на Римским Шанчевима.

У засаду сорте Ред јонапринц поређена је класична примена NPK ђубрива и примена путем фертигације са аспекта утицаја на хемијска својства земљишта, принос и квалитет плода јабуке. На потпарцелама испитан је утицај растућих доза N, P и K ђубрива на иста својства. Основна парцела огледа (потпарцела) састојала се од 10 стабала јабуке која су ђубрена на исти начин.

У засаду сорте Златни делишес испитан је утицај примене N ђубрива и начина примене и облика микроелемената гвожђа (Fe), мангана (Mn) и цинка (Zn) на принос, садржај (дистрибуцију) микроелемената у зони кореновог система јабуке и садржај микроелемената у листу и плоду јабуке. Оглед је постављен као двофакторијални по split-plot систему где је на главним парцелама испитан утицај примене азота, а на потпарцелама начин и облик примене микроелемената (Fe, Mn и Zn) у облику сулфата и хелата и истраживана је њихова фолијарна примена и примена путем фертигације (систем „кап по кап“).

Резултати указују да, поред бројних предности, фертигација системом „кап по кап“ може довести до смањења плодности земљишта и негативном утицају је у већој мери изложено земљиште лакшег механичког састава, али истовремено је и погодније за примену ђубрива путем фертигације услед боље дистрибуције по профилу земљишта, у односу на земљишта тежег механичког састава (иловача и глиновита иловача). Примена NPK ђубрива је значајно утицала на повећање укупног приноса јабуке. На третманима са већим дозама ђубрива (NPK2 и NPK3) остварен је значајно виши принос у односу на контролу, без обзира на начин примене, док су разлике између класичне примене и фертигације биле значајне само у другој години. У обе године истраживања примена NPK ђубрива, посебно већих доза, негативно је утицала на садржај Ca и однос K/Ca у плоду јабуке у односу на контролу.

Ова истраживања су делимично потврдила претходне ставове, али и указала на нове проблеме. Наиме, уколико се примена ђубрива врши путем фертигације, у изузетно кишним годинама (каква је била прва година), може се десити да због веће мобилности већи део хранива заврши изван зоне кореновог система. У том случају, већи проблем представља примена N и P који се примењују почетком вегетације.

На основу резултата примене микроелемената, може се закључити да приликом фолијарне примене предност треба дати ђубривима која садрже микроелементе у облику неорганских соли (сулфата) у односу на хелате. С друге стране, уколико се ђубрива примењују путем фертигације, предност имају ђубрива која садрже микроелементе у облику хелата, у односу на ђубрива која садрже микроелементе у облику сулфата. Резултати су показали да на ефикасност примене ђубрива са микроелементима велики утицај имају агроколошки услови током вегетације, при чему је њихов утицај већи уколико се ђубрива примењују путем фертигације, без обзира на облик у коме се микроелементи налазе.

Датум прихватања теме од стране НН већа: ДП	03.07.2017
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије: (име и презиме / титула / звање / назив организације / статус) КО	<hr/> Др Маја Манојловић , редовни професор, Пољопривредни факултет, Нови Сад, ментор <hr/> Др Владо Личина , редовни професор, Пољопривредни факултет, Земун, Универзитет у Београду, члан <hr/> Др Ранко Чабиловски , доцент, Пољопривредни факултет, Нови Сад, члан <hr/> Др Боривој Пејић , редовни професор, Пољопривредни факултет, Нови Сад, члан <hr/> Др Ненад Магазин , ванредни професор, Пољопривредни факултет, Нови Сад, члан

University of Novi Sad
Faculty of Agriculture
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code CC	PhD thesis
Author: AU	MSc. Abou Baker H. Milad Brayek
Mentor: MN	Maja Manojlović, PhD, Full professor Faculty of Agriculture. University of Novi Sad.
Title: TI	Different methods of fertilization with NPK and Fe, Mn and Zn in apple orchard
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian / English
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	AP Vojvodina
Publication year: PY	2019
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia
Physical description: PD	(chapter number 9 / pages 180/ pictures 6 / tables 10 / figures 90/ references 216)
Scientific field: SF	Agronomy
Scientific discipline: SD	Agrochemistry (Soil fertility and fertilization)
Subject, Key words	Fertilization methods, NPK fertilizers, soil fertility, apple yield and quality, microelements fertilizers
Holding data: HD	Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 821000 Novi Sad,
UC	628.4.033:634.11.03(043.3)
Note: N	No

Abstract:

AB

Apple and other plants require different elements for their growth and development. Some of these essential elements are needed in large quantities while others are needed in small quantities, for the vegetative and reproductive growth of crop plants. There are many factors including soil fertility parameters, the amount of fertilizers and fertilizers applications, affecting the nutrition of apples and other fruits.

The research aims were to compare different methods of application, types and doses of fertilizers with macro and microelements in two cultivars of apple (Golden Delicious and Red Jonaprince), in order to find the most efficient fertilizer application system.

In the first year of the investigation, the effect of irrigation and fertilization on soil fertility was investigated in the root zone of apple trees (Golden Delicious). The research was carried out at three location in the AP Vojvodina. Soil samples were taken from soil layers 0-10, 10-20, 20-30 and 30-50 cm. In order to examine the impact of irrigation by the drop system on the soil chemical properties, the soil samples were taken under the hose-emitter, also from the interstitial space at a distance of 1.5 m from the irrigation hose.

On the basis of the obtained results from the first year, two-year field experiments were carried in two and three years old Red Jonaprince and Golden Delicious apple orchard (planted in 2012), at the experimental field of the Department of fruit growing, viticulture, horticulture and landscape architecture in Rimski Šančevi.

In the apple orchard (Red Jonaprince), classical application of NPK fertilizers and application through fertigation have been compared from the aspect of the impact on the chemical properties of the soil, the yield and quality of the fruit of apples. The influence of different doses of N, P and K fertilizers on the same properties was examined in subplots. The subplot of the experiment consisted of 10 apple trees that were fertilized in an identical way.

In Golden Delicious apple orchard, the influence of the application of nitrogen fertilizer and the method of application and the form of micro-elements iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn), on yield, concentration (distribution) of microelements in the soil surrounding the root system and the content of microelements in the leaf and apple fruit were examined. The experiment was set up as a twofactorial split-plot system where the influence of nitrogen was studied on the main plots, and on subplots the methods of the application of microelements (Fe, Mn and Zn). The microelements in the form of sulphate and the chelate were applied as a foliar fertilizers and through fertigation system (drip irrigation).

The results indicate that in addition to number of advantages of fertigation with the drip system, the soil fertility can be reduced and that negative impact is more exposed to the soil of a lighter mechanical composition, but at the same time it is more suitable for the fertilizers application through drip system due to better distribution along the depth of soil relative to the soils with heavier mechanical composition (clay and clay loam). The application of NPK fertilizers had a significant impact on the increase in overall yield of apple fruits. The results shows that fertilization with higher doses of fertilizers (NPK2 and NPK3) led to significantly higher yield in relation to control, regardless the method of application, while the differences between classical application and fertigation were significant only in the second year. In both years of the research the application of NPK fertilizers, especially higher doses, had a significant negative effect on the Ca content

and on the K/Ca ratio in apple fruits relative to control.

Our research has partially confirmed previous views but also pointed to a new problem. Namely, if the fertilizers application is done through irrigation system (fertigation), in exceptionally rainy years (as it was the first year), it can happen that due to greater mobility, most of the nutrients end up outside the root system zone. In this sense, the greater problem is the application of nitrogen and phosphorus applied at the beginning of vegetation.

Based on the results of the application of fertilizer microelements, it is concluded that when foliar application of microelements is applied, fertilizers containing microelements in the sulphates form (inorganic salts) in relation to chelates have advantage. On the other hand, if fertilizers are applied through fertigation, preference should be given to fertilizers containing microelements in the chelated form, in relation to sulphates form. It was also showed that the effectiveness of the fertilizers application with microelements has a influenced by agroecological conditions during vegetation, where their effect is much greater if fertilizers are applied through fertigation, regardless of the micro-elements form.

Accepted on Scientific Board on:
AS

03.07.2017

Defended:
DE

Thesis Defend Board:
DB

Dr. Maja Manojlović, PhD, full professor,
Faculty of Agriculture, Novi Sad, mentor

Dr. Vlado Ličina, full professor, Faculty of
Agriculture, University of Belgrade, member

Dr. Ranko Čabilovski, assistant professor,
Faculty of Agriculture, Novi Sad, member

Dr. Borivoj Pejić, full professor, Faculty of
Agriculture, Novi Sad, member

Dr. Nenad Magazin, associate professor,
Faculty of Agriculture, Novi Sad, member

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	6
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	7
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	16
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА	17
5.1. Истраживања у производним условима	17
5.2. Пољски оглед са макроелементима	20
5.3. Пољски оглед са микроелементима	25
5.4. Хемијске анализе земљишта	29
5.5. Хемијске анализе биљног материјала	30
5.6. Парцијални биланс микроелемената	30
5.7. Статистичка анализа података	31
5.8. Агрометеоролошки услови	31
6. РЕЗУЛТАТИ РАДА	33
6.1. Истраживања у производним условима	33
6.1.1. Утицај фертигације на хемијска својства земљишта и дистрибуцију макроелемената и микроелемената у зони кореновог система јабуке, у зависности од текстуре земљишта	33
6.2. Пољски оглед са макроелементима	42
6.2.1. Садржај минералног азота у зони кореновог система јабуке	42
6.2.2. Садржај приступачног фосфора у зони кореновог система јабуке	43
6.2.3. Садржај приступачног калијума у зони кореновог система јабуке	46
6.2.4. Промене у садржај хумуса, рН вредности земљишта и садржаја лакоприступачног фосфора и калијума у зони кореновог система јабуке након две године ђубрења и наводњавања	50
6.2.5. Садржај макроелемената у листу јабуке	53
6.2.6. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке у огледу са макроелементима	58
6.2.7. Садржај калијума, калцијума и магнезијума у плоду јабуке	61
6.2.8. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N, P и K у листу јабуке, и садржаја приступачних облика N, P и K у земљишту	66
6.2.9. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја приступачних облика N, P и K у земљишту	69

6.2.10. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса јабуке и садржаја N, P и K у листу	72
6.2.11. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N, P и K у листу јабука и садржаја K, Ca и односа K/Ca у плоду јабуке.....	73
6.2.12. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса, садржаја калијума, калцијума и односа K/Ca у плоду јабуке	75
6.3. Поређење начина примена микроелемената (Fe, Mn, Zn) у савременом засаду јабуке	79
6.3.1. Садржај приступачних облика микроелемената у земљишту	79
6.3.2. Садржај микроелемената у листу јабуке	87
6.3.3. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке.....	93
6.3.4. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса, броја плодова по стаблу и просечне масе плода.....	99
6.3.5. Садржај микроелемената у плоду јабуке.....	100
6.3.6. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја микроелемената у листу и плоду јабуке	106
6.3.7. Изношење микроелемената приносом јабуке.....	109
6.3.8. Парцијални биланс микроелемената у зависности од начина примене и облика ђубрива са микроелементима у засаду јабуке	115
7. ДИСКУСИЈА.....	122
7.1. Истраживања у производним условима	122
7.1.1. Утицај фертигације на хемијска својства земљишта и дистрибуцију макроелемената и микроелемената у зони кореновог система јабуке, у зависности од текстуре земљишта.....	122
7.2. Поређење два система примена макроелемената (N, P, K) у савременом засаду јабуке	126
7.3. Поређење начина и облика примена микроелемената (Fe, Zn и Mn,) у савременом засаду јабуке.....	136
8. ЗАКЉУЧАК.....	142
8.1. Истраживања у производним условима	142
8.2. Поређење два система примене макроелемената (N, P, K) у савременом засаду јабуке	143
8.3. Поређење начина и облика примена микроелемената (Fe, Zn и Mn) у савременом засаду јабуке.....	145
9. ЛИТЕРАТУРА	147

САДРЖАЈ ТАБЕЛА

Табела 1. Хемијска својства воде за наводњавање.....	17
Табла 2. Укупно примењене количине азота, фосфора и калијума током вегетације јабуке.....	18
Табела 3. Основна хемијска својства земљишта (0-30 cm).....	19
Табела 4. Механички састав земљишта (0-30 cm).....	19
Табела 5. Шема огледа са макроелементима.....	21
Табела 6. Укупне примењене дозе у току вегетационог периода (април - септембар).....	22
Табела 7. Време и количине примене NPK ђубрива путем фертигације током вегетације јабуке у 2014. и 2015. години.....	22
Табела 8. Време и количине примене NPK ђубрива путем класичне примене (растурањем по површини земљишта) током вегетације јабуке у 2014. и 2015. години.....	22
Табела 9. Шема огледа са макроелементима.....	26
Табела 10. Укупно примењене количине микроелемената у току вегетације јабуке 2014. и 2015. године.....	27

САДРЖАЈ СЛИКА

Слика 1. Почетна фаза експеримента у Римским Шанчевима 2014.....	20
Слика 2. Приказана два различита начина примене макроелемената NPK ђубрива.....	21
Слика 3. Узорковање земљишта у зони кореновог система јабуке (поглед од горе).....	23
Слика 4. Узорковање земљишта у зони кореновог система јабуке (поглед са стране).....	24
Слика 5. Приказана два различита начина примене микроелемената (Fe, Mn, Zn) ђубрива.....	26
Слика 6. После извршеног експримента, плод јабуке је сазрео.....	28

САДРЖАЈ ГРАФИКОНА

Графикон 1. FAO STAT, Количина производње и принос јабука у Србији за период 2006-2016. године	2
Графикон 2. Средње месечне температуре ваздуха (°C) за хидролошке године 2014-2015. и вишегодишњи просек очитан на метеоролошкој станици Римски Шанчеви.....	31
Графикон 3. Сума падавина (mm) за хидролошке године 2014-2015. вишегодишњи просек суме падавина очитан на метеоролошкој станици Римски Шанчеви.....	32
Графикон 4. Утицај фертигације на рН вредност земљишта	33
Графикон 5. Утицај наводњавања и фертигације на садржај CaCO ₃ у земљишту.....	34
Графикон 6. Утицај наводњавања и фертигације на садржај хумуса у земљишту.....	35
Графикон 7. Утицај наводњавања и фертигације на рН вредност, садржај CaCO ₃ и хумуса у просеку за све слојеве земљишта (0-50 cm).....	36
Графикон 8. Утицај наводњавања и фертигације на садржај минералних облика N (0-50cm).....	37
Графикон 9. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног P у земљишту (0-50 cm).....	38
Графикон 10. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног K у земљишту (0-50 cm).....	39
Графикон 11. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Fe (ДТРА екстракција) у земљишту.....	40
Графикон 12. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Cu (ДТРА екстракција) у земљишту.....	40
Графикон 13. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Zn (ДТРА екстракција) у земљишту.....	41
Графикон 14. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Mn (ДТРА екстракција) у земљишту.....	42
Графикон 15. Садржај минералног N у зони кореновог система јабуке у 2014. години.....	43
Графикон 16. Садржај приступачног P у зони кореновог система јабуке у 2014. години.....	44
Графикон 17. Садржај приступачног P у зони кореновог система јабуке у 2015. години.....	45
Графикон 18. Садржај приступачног K у зони кореновог система јабуке у 2014. години.....	46
Графикон 19. Садржај приступачног K у зони кореновог система јабуке у 2015. години.....	47

Графикон 20. Супституциона киселост земљишта (рН вредност земљишта у КСl) у зони кореновог система јабуке у 2014. години	48
Графикон 21. Супституциона киселост земљишта (рН вредност земљишта у КСl) у зони кореновог система јабуке у 2015. години.....	49
Графикон 22. Садржај хумуса у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа 2013. год., и након две године ђубрења и наводњавања (2015).....	50
Графикон 23. Супституциона киселост земљишта (рН вредност земљишта у КСl) у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа 2013. год. и након две године ђубрења и наводњавања (2015).....	51
Графикон 24. Садржај лакоприступачног Р у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа 2013. год., и након две године ђубрења и наводњавања (2015).....	52
Графикон 25. Садржај лакоприступачног К у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа 2013. год. и након две године ђубрења и наводњавања (2015).....	53
Графикон 26. Садржај N у листу јабуке у 2014. год.....	54
Графикон 27. Садржај N у листу јабуке у 2015. год.....	54
Графикон 28. Садржај Р у листу јабуке у 2014. год.....	55
Графикон 29. Садржај Р у листу јабуке у 2015. год.....	56
Графикон 30. Садржај К у листу јабуке у 2014. год.....	57
Графикон 31. Садржај К у листу јабуке у 2015. год.....	57
Графикон 32. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке у 2014. год.....	59
Графикон 33. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке у 2015. год.....	60
Графикон 34. Садржај К, Са и Mg у свежој маси плода јабуке у 2014. год.....	62
Графикон 35. Однос између садржаја К и Са у свежој маси плода јабуке у 2014. год.....	63
Графикон 36. Садржај К, Са и Mg у свежој маси плода јабуке у 2015. год.....	64
Графикон 37. Однос између садржаја К и Са у свежој маси плода јабуке у 2015. год.....	65
Графикон 38. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N у листу јабуке и садржаја минералних облика N у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).....	66
Графикон 39. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја Р у листу јабуке и садржаја приступачних облика Р у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).....	67
Графикон 40. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја К у листу јабуке и садржаја приступачних облика К у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).....	68

Графикон 41. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја минералних облика N у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).....	69
Графикон 42. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја приступачних облика P у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).....	70
Графикон 43. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја приступачних облика K у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).....	71
Графикон 44. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја N, P и K у листу јабуке.....	72
Графикон 45. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N у листу јабуке и K, Ca односа K/Ca у плоду јабуке.....	73
Графикон 46. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја P у листу јабуке и K, Ca односа K/Ca у плоду јабуке.....	74
Графикон 47. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја K у листу јабуке и K, Ca односа K/Ca у плоду јабуке.....	75
Графикон 48. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса садржаја K у плоду јабуке.....	76
Графикон 49. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса садржаја Ca у плоду јабуке.....	77
Графикон 50. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса и односа K/Ca у плоду јабуке.....	78
Графикон 51. Садржај приступачних облика Fe у зони кореновог система јабуке у 2014. год.....	80
Графикон 52. Садржај приступачних облика Fe у зони кореновог система јабуке у 2015. год.....	81
Графикон 53. Садржај приступачних облика Zn у зони кореновог система јабуке у 2014. год.....	83
Графикон 54. Садржај приступачних облика Zn у зони кореновог система јабуке у 2015. год.....	84
Графикон 55. Садржај приступачних облика мангана (Mn) у зони кореновог система јабуке у 2014. год.....	86
Графикон 56. Садржај приступачних облика Mn у зони кореновог система јабуке у 2015. год.....	87
Графикон 57. Садржај Fe у листу јабуке у 2014. год.....	88
Графикон 58. Садржај Fe у листу јабуке у 2015.....	89
Графикон 59. Садржај Zn у листу јабуке у 2014. год.....	90
Графикон 60. Садржај Zn у листу јабуке у 2015. год.....	91
Графикон 61. Садржај Mn у листу јабуке у 2014. год.....	92
Графикон 62. Садржај Mn у листу јабуке у 2015. год.....	93

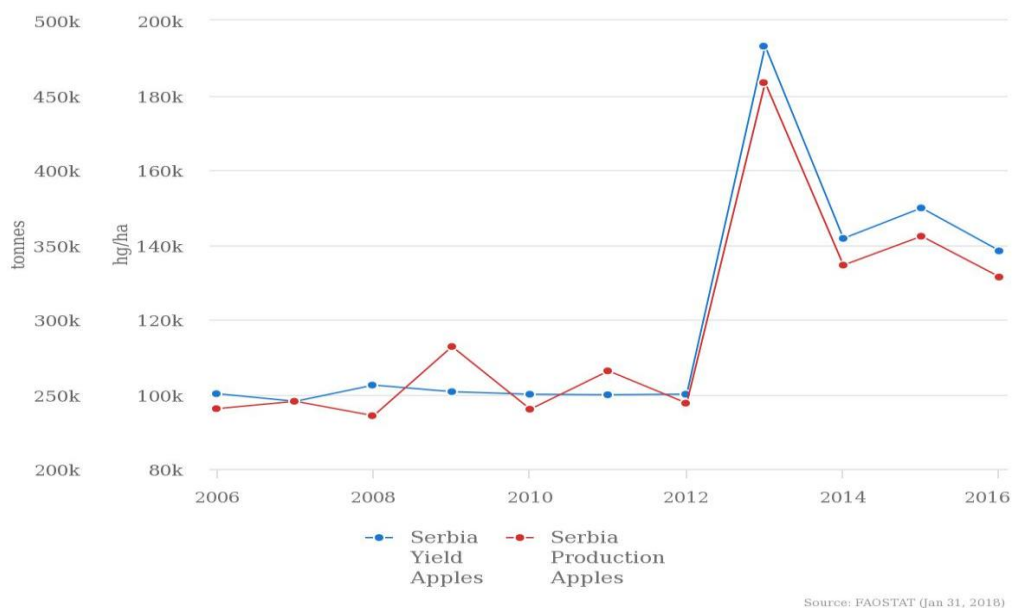
Графикон 63. Просечна маса плода јабуке у 2014. год.....	94
Графикон 64. Просечна маса плода јабуке у 2015. год.....	95
Графикон 65. Број плодова по стаблу јабуке у 2014. год.....	96
Графикон 66. Број плодова по стаблу јабуке у 2015. год.....	97
Графикон 67. Укупан принос по стаблу јабуке у 2014. год.....	98
Графикон 68. Укупан принос по стаблу јабуке у 2015. год.....	99
Графикон 69. Једначине регресије и коефицијенти корелације између укупног приноса јабуке, броја плодова по стаблу и просечне масе плода јабуке.....	100
Графикон 70. Садржај Fe у сувој маси плода јабуке у 2014. год.....	101
Графикон 71. Садржај Fe у сувој маси плода јабуке у 2015. год.....	102
Графикон 72. Садржај Zn у сувој маси плода јабуке у 2014. год.....	103
Графикон 73. Садржај Zn у сувој маси плода јабуке у 2015. год.....	104
Графикон 74. Садржај Mn у сувој маси плода јабуке у 2014. год.....	105
Графикон 75. Садржај Mn у сувој маси плода јабуке у 2014. год.....	106
Графикон 76. Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Fe у листу и плоду јабуке.....	107
Графикон 77. Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Zn у листу и плоду јабуке.....	108
Графикон 78. Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Mn у листу и плоду јабуке.....	109
Графикон 79. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2014. год.....	110
Графикон 80. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2015. год.....	111
Графикон 81. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2014. год.....	112
Графикон 82. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2015. год.....	113
Графикон 83. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2014. год.....	114
Графикон 84. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2015. год.....	115
Графикон 85. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2014. години изражене у % у односу на примењену количину гвожђа путем.....	116
Графикон 86. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2015. години изражене у % у односу на примењену количину гвожђа путем ђубрива.....	117
Графикон 87. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2014. години изражене у % у односу на примењену количину Zn путем ђубрива.....	118
Графикон 88. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2015. години изражене у % у односу на примењену количину Zn путем ђубрива.....	119
Графикон 89. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2014. години изражене у % у односу на примењену количину Mn путем ђубрива.....	120
Графикон 90. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2015. години изражене у % у односу на примењену количину Mn путем ђубрива.....	121

1. УВОД

Јабука (*malus x domestica*) је листопадно дрво из породице Rosaceae, висине од 1,8 до 4,6 m за гајену врсту и 12 m код дивље јабуке (http://www.treenames.net/ti/malus/index_apple_tree.html). Потиче из Централне Азије, где се може наћи дивљи предак - *Malus sieversii*.

На основу обима производње, најважније врсте воћа на свету су јабука, наранџа и банана (Bound, 2005). Због способности прилагођавања различитим природним условима, јабуке заузимају важно место у воћарству. Током последњих неколико година, светска производња јабука се благо повећала. Како наводи FAOSTAT, годишња светска производња јабука у 2013. и 2014. години је износила преко 160 милиона тона. Највећи светски произвођач је Кина, потом САД, Пољска, Турска, Италија, Индија, Чиле, Француска, Русија (FAOSTAT, 2014), и Србија на 12. ом месту у Европи.

Укупне површине под јабуком у Србији износе 23 737 ha. Општина Суботица заузима прво место (1596 ha), након ње следи општина Смедерево (1340 ha), Гроцка (1219 ha), Чачак (831 ha) и Ариље (778 ha), (Keserović, 2013). Како наводи FAOSTAT, годишња производња јабука у Србији током периода 2006 – 2016. године, је достигла максимум 2013. године, Графикон 1. (FAOSTAT, 2018). Годишња производња јабука у Србији износи око 250 хиљада тона.



Графикон 1. FAOSTAT, Количина производње и принос јабука у Србији за период 2006-2016. године

Постоји више од 7,500 познатих сорти јабука, с различитим карактеристикама попут укуса и ароме, и различитим наменама, укључујући њихову употребу у свежем стању и за различите видове прераде.

Јабуке су воће високог квалитета и садрже комплексе хемијских једињења. Плод јабуке садржи 10 до 19% суве материје; 6,6 до 15,5% шећера (чију структуру претежно чине глукоза и фруктоза) и 0,4 - 0,8% киселине (Никетић - Алексић, 1988). Садржај минералне материје у јабуци износи до 0,4% (Златковић 2003). Плод јабуке садржи до 0,8% пектина, 0,025 до 0,27% танина, 0,03 mg / 100 g витамина В1 (тијамин), 0.02 mg / 100 g витамина В2 (рибофлавин), 0,3 mg / 100 g витамина В3 (ниацин), 10 mg / 100 g витамина С, значајну количину бета каротена, антоцијанина, аминокиселина и друге биолошки важне супстанце (Врачар, 2001). Јабуке су богат извор разних органских материја укључујући флавоноиде (катехине, флавоноле и кверцетин) и друга фенолска једињења (епикатехин и процијанидине) (Ribeiro и сар., 2014), која се налазе у кори, у семенци и пулпи јабуке (Ribeiro и сар., 2014). Имају непроцењив значај по здравље људи (Воуег и сар., 2004). Такође, црвене сорте јабуке садрже цијанидин 3-О-галактозид (антоцијанин), који представља врсту пигмента.

Производња јабука у свету током последњих 60 година је интензивирана захваљујући новим системима гајења, новим узгојним облицима, који доприносе

бржој и већој продуктивности. Ови системи омогућавају веће приносе и бољи квалитет плодова (Robinson, 2007; Perry i sar., 2008).

Интензивирање производње јабука омогућено је повећањем густине садње. Густина садње јабуке од 3000 до 4000 стабала по ха се показала оптималном на територији Европе.

У производњи јабуке посебно треба обратити пажњу на следеће карактеристике земљишта: дубину и порозност земљишта у површинском слоју, структуру, механичка и хемијска својства (Bowen, 1979). Оптимална текстура земљишта за подизање засада јабуке је обично између песковите глине и песковите иловаче, или припадају алувијално-делувијалним врстама земљишта. Чернозем је добро земљиште за узгој јабука. Земљишта са високим садржајем глине, али и превише лаког механичког састава, нису погодна за успешну производњу. У збијеним земљиштима се прво треба регулисати водно-ваздушни режим и поправити структура, што је скупа мелиоративна мера. С друге стране, на песковитим земљиштима се може организовати успешна производња јабука, уз уношење великих количина ђубрива, зеолита и коришћењем воде за наводњавање. Стабла јабука се најбоље развијају на плодним, дубоким и лаганим земљиштима која се лако исушују и у која коренов систем лако продире. Земљиште треба да има добар водни, ваздушни и топлотни режим. Плитка земљишта, без влаге, треба избегавати за гајење јабуке (Обрадовић, 2013). Оптималан систем у коме се развијају биљке, је онај где су компоненте земљишта - минералне материје, органска материја, вода и ваздух, у одговарајућем односу и који омогућава да се биљке обезбеде водом и хранивима.

Пре заснивања воћњака, потребно је обавити хемијску, физичку и биолошку анализу земљишта. Том приликом, анализирају се основна својства земљишта, укључујући садржај хумуса и хранива (калијум, фосфор и азот) и рН вредност земљишта. Земљиште на којем је предвиђен узгој јабука мора имати одговарајуће количине хранива, односно најмање 2-3 % хумуса, 10 mg приступачног фосфора (P_2O_5) и 20 mg приступачног калијума (K_2O) по 100g сувог земљишта (Обрадовић, 2013).

У случају ниског садржаја хумуса, требало би унети одговарајућу количину органског ђубрива и заорати га у земљиште. Да би се повећала количина хумуса за 1% у слоју земљишта дебљине 40 cm, потребно је унети од 50 до 200 t / ха добро

припремљеног и згорелог стајњака (органиског ђубрива). У недостатку стајњака, може се користити мешавина различитих ђубрива, укључујући органске брикете и зеленишно ђубриво (Обрадовић, 2013).

Систем ђубрења у интензивној производњи јабука је искључиво заснован на анализи садржаја хранива у биљкама и земљишту. У оквиру интегралне производње, препорука је да се обавља анализа листова сваке године. Такође, потребно је сваких четири до пет година обавити анализу земљишта, како би се утврдила количина хранива која недостаје у земљишту за потребе исхране биљака (Stevanović, 2012). Системом ђубрења кроз системе наводњавања (фертигација) ђубрива се распоређују испод централног дела круне тако да је систем 60-70 cm шири од пројекције круне (централног дела). Током јуна или јула, након анализе листова, може се надокнадити недостатак елемената фолијарним ђубрењем. Ово се обавља 2-3 пута у интервалу од 15-20 дана (Кесеровић и сар, 1999).

Интензивна производња у воћњацима захтева ефикасније начине наводњавања и ђубрења. Предност фертигације јесте у могућности прецизнијег одређивања доза које могу омогућити ефикасно усвајање хранива усклађено са потребама јабуке током раста (Hagin et al. 2002). Такође, фертигација обезбеђује воду и важне нутријенте попут азота, директно у зону корена, кроз системе микро-наводњавања. Модерни системи фертилизације представљају засебан део у пољопривредној производњи, али су и незанемарљиви део у систему пољопривредно техничке праксе због лакше и прецизније употребе и ефикаснијег искоришћавања хранива и воде. Ефикасна фертилизација снабдева биљке хранивима у одговарајућим количинама и односима, чиме се стварају услови за максималан развој усева уз значајан биолошки и технолошки квалитет. Фертилизација такође постепено побољшава плодност земљишта. Треба напоменути да плодност земљишта, значајна за правилан развој култивисаних биљака и усева, зависи од многих фактора. Најважнији од њих су физичка и хемијска својства земљишта, као и метаболичка активност многих микроорганизама који учествују у различитим процесима и протоку енергије. Дуготрајна примена ђубрива која садрже фосфора (P) може да доведе до прекомерних и/или токсичних накупљања тешких метала и микроелемената у земљишту (Ebel, Proebsting, 1993; Papadopoulos, 2000).

Примена ђубрива са водом за наводњавање се сматра средством за повећање ефикасности употребе воде и ђубрива, корисних за повећање приноса, заштиту околине и одрживост наводњаваних пољопривредних култура. Вубрење је директно повезано са побољшаним системима наводњавања и управљањем водама. Системи кап-по-кап и микро-наводњавање су изузетно ефикасни за употребу воде као и за ђубрење. Водорастворљива ђубрива у потребним концентрацијама, према захтевима усева, се уносе у систем наводњавања. Вубрива се растварају у води за наводњавање која их доводи на жељену локацију, у зону корена, чиме се смањује потрошња и воде и ђубрива, односно повећава ефикасност ђубрења и наводњавања (Clark, et al. 1991; Papadopoulos, et al. 2000).

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања је поређење различитих начина примене, врста и доза ђубрива са макроелементима и микроелементима код две сорте јабуке (Златни делишес и Ред јонапринц). Такође, циљ истраживања је проналажење најефикаснијег система примене ђубрива у производњи јабуке којим би се значајно рационализовале дозе ђубрива, утврдило који је најбољи начин примене, као и врста ђубрива, уз остваривање високих стабилних приноса доброг квалитета.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Један од потребних услова да се постигну висококвалитетни и економски исплативи приноси гајених биљака је рационална и правовремена употреба ђубрива. Из тог разлога, употреба ђубрива је често проучавана (Убавић, и сар., 2005; Neilsen et al. 1999; Treder et al., 1997; Callan & Westcott 1996; Neilsen et al., 1993; Bravdo & Proebsting 1993; Hipps 1992; Klein et al. 1989; Dasberg et al. 1988).

Утицај наводњавања на физичко-хемијска својства земљишта у аридним и семи-аридним условима до сада је проучаван од стране више истраживача, док је врло мало података о утицају наводњавању у хумидним и суб-хумидним условима, где се усеви могу гајити и без примене наводњавања. У агроколошким условима Србије, где је укупна количина падавина и њихов распоред током вегетације веома варијабилан, наводњавање се користи као допунска агротехничка мера снабдевања биљака водом у појединим (критичним) периодима године, или фенофазе гајене културе. Један од најчешће коришћених система за наводњавање у савременим засадима јабуке је систем „кап по кап“. Једна од главних предности овог система, у односу на друге системе, је да се заливна норма и време наводњавања могу врло прецизно ускладити са захтевима биљака у складу са старошћу засада, фенофазе и временским условима (Haynes, 1985). Систем „кап по кап“ је ефикаснији од других система за наводњавање јер се вода путем капања додаје релативно малој запремини земљишта око корена гајених биљака, али истовремено је и утицај на физичко-хемијска својства земљишта у зони влажења много наглашенији у односу на друге системе (Alva & Obreza, 1993). Наводњавање капањем може имати значајан утицај на плодност земљишта услед промене рН вредности земљишта која у великој мери утиче на приступачност појединих хранљивих елемената у земљишту, а самим тим и на њихово усвајање од стране биљака и продуктивност засада (Neilsen et al., 1993; Treder et al., 1997). Наводњавање и примена ђубрива путем система за наводњавање (фертигација) могу да доведу до закишељавања земљишта услед процеса испирања

базних катјона (Nielsen et al., 1983), или због примене физиолошки киселих ђубрива који снижавају рН вредност земљишта (Belton & Goh, 1992; Komosa et al., 1999). Повећана влажност земљишта има позитиван утицај на микробиолошку активност и разградњу органске материје што може да утиче на опадање садржаја хумуса у земљишту (Dersch i Bohm 2001; Getaneh et al., 2007; Condrón et al., 2014).

Интензивне методе култивације воћњака захтевају ефикасније начине наводњавања и фертигације. Према Bravdo (1993), висока ефикасност фертигације резултира из могућности примене оптималних количина ђубрива. Kenworthy (1979) каже да се применом фертигације омогућава смањење дозе азота (N) за половину. Bravdo & Proebsting (1993) указују на то да се фертигацијом лакше утиче на контролу раста него на принос. Висок ниво и стална доступност N, посебно у пролеће, снажно утиче на бујност воћака, која има негативан ефекат на плод. у више радова истакнута је основаност истовремене апликације воде и ђубрива (фертигација) као метод за ефикасније коришћење хранљивих материја код микро-наводњаваних пољопривредних усева (Haynes 1985; Bar-Yosef 1999). Многа истраживања су објављена код вишегодишњих засада воћа, укључујући вишњу (Callan & Westcott 1996), наранџу (Dasberg et al. 1988) и јабуку (Klein et al. 1989; Hipps 1992), али нагласак је на примени главних хранива, N, P и K (Nielsen et al. 1999). Примена микроелемената преко земљишта се генерално сматра мање ефикасном, у односу на фолијарну примену, због адсорпције микроелемената од стране земљишта (Nielsen & Ноут 1990). С друге стране, мало је истраживања у којима је поређен утицај фолијарне примене и примене микроелемената путем фертигације.

Усвајање хранива од стране биљака јабуке зависи од неколико фактора попут врсте, старости и категорије јабука, врста и типа нутријената, климатских услова, количине и квалитета планираног приноса и интензитета култивације. Вубрива су важно средство за повећање приноса и у укупним трошковима производње учествују са 10 - 30%, у зависности од дозе ђубрива, начина и времена примене (Гвозденовић, 1993).

У Србији, узгајивачи воћа првенствено користе комплексна минерална NPK ђубрива и органска ђубрива (Milošević и сар, 2013). Показало се (Bološan и сар., 2011) да NPK минерална ђубрива повећавају садржај N, P и K у листовима сорте ајдаред.

Hikasa и сар. (1986) су установили да смањен принос и опадање квалитета воћа потичу од додавања већих доза азота. Такође, у другом случају (Numann & Numman, 1981) је наведено да негативни утицај великих доза азота на приносе и квалитет воћа води ка смањеној количини растворених чврстих материја и смањење боје воћа. Многи аутори (Bergmann & Neubert, 1976; Ankerman & Large, 1977) су навели да нутритивне потребе одређује хемијска анализа земљишта. Међутим, Montañes и сар., (1991) наводе да анализа земљишта не пружа довољно информација о потребама воћа, док је хемијска анализа листова добра метода дијагностиковања могућих недостатака, уз могућност одређивања хранивеног статуса воћних врста.

Како наводе Wolf и сар. (1990), фертигација уз ђубрива води ка већем садржају азота у лишћу јабуке. Међутим, веће количине азота у листовима јабуке Cox's Orange Pippin су биле присутне само током првих година култивације. Сличне резултате су саопштили и Hornig R., Bünemann G. (1995). С друге стране, Dencker & Hansen (1994) нису уочили значајан утицај фертигације на концентрације макроелемената у листовима јабуке, у односу на класичну примену ђубрива. Врло слаб утицај фертигације на садржај хранива у листу јабуке наводе у својим истраживањима Tromp & Bolding, 1988; Widmer & Krebs, 1999.

Многи аутори су писали о утицају старости засада на концентрацију макроелемената у лишћу воћа (Kłossowski & Czynczyk, 1974). Показало се да током времена долази до опадања количине азота и калијума у листу воћа. Сличне резултате су такође добили Olszewski (2001) и Kłossowski & Czynczyk (1974). Они су установили да је количина азота у листу јабуке старе једну годину била већа у односу на лишће код стабала старих две године. Резултати су показали да количина азота у лишћу зависи од приноса јабуке и да мањи број плодова по стаблу може довести до веће концентрације хранивих елемената у лишћу. Утицај примене ђубрива путем фертигације на принос јабуке у великој мери зависи од климатских фактора и плодности земљишта (Alway, 1993; Robinson & Stilles, 1993).

Многа истраживања истичу предности истовремене употребе воде и ђубрива (фертигације) као агротехничке мере којом се истовремено повећава ефикасност ђубрења и наводњавања (Beushlein, 1994; Buban & Lakatos, 1998). Велика мобилност N у условима наводњавања је одавно документована како у сувим, тако и у влажним

агроеколошким условима (Stiles & Robinson, 1997), посебно на песковитом земљишту (Baiwa, M.I.M. et al.). Превелике количине воде могу имати негативан утицај на квалитет воћа, при чему долази до смањења црвене боје (Hornig & Bünemann, 1995). У пракси, примењене дозе азота врло често могу превазићи препоручене, и обично прекорачују количине N које се износе приносом, које по проценама износе 22 до 33 kg/ha за 45 до 67 t/ha за Златни делишес. Даље, N се обично примењује у траке јер се на тај начин спречава његово усвајање од стране корова (Nielsen и сар., 2000).

Покретљивост $\text{NO}_3\text{-N}$ (крајњег производа трансформације свих N ђубрива након уношења у земљиште), нарочито када се то обавља путем фертигације, добро је позната. Scholtens A. и сар. (1990), наводе да када је у питању примена азота у вишегодишњим засадима укупне дозе примене азота, уколико се примењују путем фертигације, могу бити смањене на 50% у односу на дозе које се примењују преко земљишта, а да се то смањење неће негативно рефлектовати на смањење приноса или садржаја укупног азота у листу. Такође, утврђено је да се ефективном применом N путем фертигације постиже најбоља равнотежа између жељеног раста, квалитета воћа, настанка пупољака и кумулативног приноса за јабуку. Последице прекомерне употребе N су сличне, без обзира да ли је било фертигације или је ђуриво примењено преко земљишта (Hipps, 1992). Kodde et. al. (1992) у својим истраживањима наводе слабију обојеност плода и одлагање времена бербе (продужење вегетације) сорте јабуке Starking, када количине N примењеног путем фертигације премашују 250 kg / ha. За фертигацију јабуке могу се користити N ђубрива која садрже N у било ком од два облика ($\text{NH}_4\text{-N}$ и $\text{NO}_3\text{-N}$).

Уреа, амонијум нитрат и калцијум нитрат се сматрају прихватљивим изворима N за примену путем фертигације N, уз препоруку да се калцијум нитрат користи када је киселост земљишта ниска и постоји потенцијални проблем са количином мангана (Nielsen et. al., 2000).

До сада је проучавана мобилност фосфора у условима наводњавања на неколико типова земљишта (Stiles and Shaw Reid. 1991). Различити облици фосфора могу се преносити водом површинским токовима или водом за наводњавање (Goyal, 2012; Skhiri, and Dechmi, 2012). За нормалан раст и развој биљке требају оптималну влажност земљишта (Goyal, 2012), и из тог разлога, развијене су различите

технологије наводњавања којима би се поред снабдевања биљака водом смањио губитак фосфора, повећала ефикасност наводњавања и истовремено оставили високи приноси гајених биљака (Goyal, 2012). Yang et al. (2011), наводе да је највећа ефикасност примене фосфорних ђубрива уколико се уносе више пута током вегетације уз мале заливне норме (мале количина воде за наводњавање). С друге стране, Mbagwu & Osuigwe (1985) и Bacon & Davey (1982) наводе највећу мобилност фосфора у земљишту уколико се примењује учестало наводњавање са великим заливним нормама.

У многим студијама је до сада проучаван утицај начина и учесталости наводњавања на садржај и фракције P у земљишту. Silber et al. (2003) и Ben-Gal & Dudley (2003) наводе да већа учесталост наводњавања повећава усвајање фосфора од стране биљака, и има позитиван утицај на мобилност фосфора и дистрибуцију у земљишту, док Sharpley et al. (2001) наводе да прекомерно наводњавање може имати велики утицај на губитке фосфора из профила земљишта и услед површинских губитака. Такође, Condrón et al. (2006) наводе да је наводњавање плављењем земљишта повећало испирање фосфора из профила земљишта и довело до значајних губитака фосфора на земљиштима грубље текстуре.

У неким претходним студијама, садржаји Ca и K у листу јабуке су били ниски, због њихове мале покретљивости или ниског садржаја K и Ca у земљишту. Такође, низак садржај K у биљци може да буде проузрокован фиксацијом честицама глине (Saykhul и сар., 2014). Поред тога, низак садржај ова два елемента се може објаснити лошим временским условима - високом температуром, slabим кишама и лошим наводњавањем, што је узроковало мале количине воде у земљишту, ограничену количину хранива и њихово доспевање у корен (Neilsen & Neilsen, 2002).

Померање калијума у земљишту директно испод капаљке може да буде велико на K-фиксирајућем земљишту, али и ограничено на удаљености од 30 cm, или више, од капаљке. Висока концентрација калијума директно испод капаљке довела је до 50 пута веће стопе коришћења K у односу на примену K ђубрива по целој површини. Упркос томе, установљено је да умерена до интензивна употреба K ђубрива повећава количине приступачног K у земљишту, уз довољно кретање у зони корена код већине земљишта у воћњацима (Oberly and Boynton, 1966). Највећа ефикасност примене K

ђубрива по целој површини земљишта је у песковитом земљишту, мања је у земљишту са великим капацитетом размене, а веома ограничена у тешким глиновитим земљиштима (Ugiu et al., 1980). Примена К путем фертигације може врло успешно отклонити симптоме недостатка калијума на биљкама. Документован је позитиван утицај фертигације калијумом на повећање садржаја К у листовима, посебно у воћњацима јабуке и шљиве (Klein, 1992), због повећане покретљивости К у земљишту овим начином примене. Ипак, примена калијума путем фертигације може негативно утицати на усвајање других хранљивих елемената, а посебно Са и Mg (Callan and Westcott, 1996; Klein, 1992). Антагонизам Са и К може довести до негативних ефеката на квалитет и складиштење воћа, што се углавном дешава као последица превеликих доза примене К (Klein, 1992).

Тешки метали допиру до земљишта природним путем и различитим антропогеним процесима (Manojlović & Singh, 2012). Један од начина доспевања тешких метала у земљиште је применом минералних ђубрива, у првом реду фосфорних, јер их она садрже у одређеним количинама (Bogdanovic et al., 1999; Воšković-Rakočević et al., 2017), или коришћењем средстава за заштиту биљака (Alloway, 2013). То представља важан извор тешких метала у земљишту.

Такође, у земљишту се налазе и потенцијално штетни елементи по здравље људи и животиња, као што су Mn, Cu, F, Ni, Pb, Zn. Цинк, бакар, манган и гвожђе су најважнији микроелементи потребни у веома малим количинама за правилан раст биљака, али у исто време имају особине тешких метала. Понашање микроелемената у земљишту се не може проценити само на основу њихове укупне концентрације (Buccolieri et al., 2010). Велика забуна настаје при процени доступности микроелемената биљци, због сложености интеракција између биљкама приступачних облика микроелемената и укупног садржаја у земљишту и матичном супстрату (Maqueda et al., 2011).

Микроелементи као што су гвожђе, цинк, бакар и манган (ако се уносе у облику сулфата или хлорида) могу реаговати са солима у води за наводњавање и довести до таложења и зачепљења система за фертигацију. Ипак, многи од микроелемената се могу користити у облику хелата. Хелати су генерално више растворљиви у води и сходно томе, они ће ређе довести до таложења елемената у систему и његовог зачепљења (Papadopoulos, 2000).

Већа киселост земљишта повећава растворљивост гвожђа, док повећани садржај глине појачава везу између глине и гвожђа, а то даље смањује његову приступачност. Сличан резултат је приказао Sharma et al. (2008), који су утврдили нижи садржај гвожђа у земљиштима са алкалном реакцијом и већим садржајем CaCO_3 .

У почетку, фолијарна примена микроелемената била је одговор на релативно слабо дејство примене микроелемената у облику неорганских соли преко земљишта (Rengel, 1999; Abadia, 2002; Sakmak, 2008). Како су неорганске соли микроелемената, као што је гвожђе сулфат, доста нестабилне и могу довести до фитотоксичности услед врло ниске рН вредности (Schonherr и сар, 2005), решење је пронађено у примени микроелемената, у органском облику у виду различитих хелата која су имала мање негативно дејство на биљке а којима се такође може отклонити недостатак микроелемената у биљкама (Kannan and Wittwer 1965; Wittwer et al. 1967; Reed et al. 1988; Brüggemann et al. 1993; Fernandez et al. 2006; Tyksinski and Komosa 2008). Ипак, поставља се питање ефикасности примене микроелемената у хелатном облику у односу на неорганске соли, као што су сулфати. Reed и сар. (1988) наводе да ефикасност примене Fe-хелата зависи на првом месту од молекулске масе комплекса метал – хелат, и стабилности на различитим рН вредностима раствора у коме се налазе. С друге стране, Schonherr (2005) у свом истраживању истиче да није постојала значајна корелација између молекулске масе комплекса и брзине усвајања, односно пенетрације у лист. Bogowski & Michalek (2011) су у свом истраживању вршили директно поређење ефикасности фолијарне примене неоргаских (FeSO_4 , FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) и органских (Fe-цитрат и Fe-EDTA) соли гвожђа. Аутори наводе да су обе врсте ђубрива имала значајан утицај на повећање садржаја Fe у листовима пасуља у односу на контролу, и да је највећи утицај и највећу ефикасност имала фолијарна примена $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, а најмањи Fe-EDTA. Такође, веће усвајање Fe уколико се примењује у облику сулфата у односу на хелате, наводе и Kannan & Wittwer (1965), Rombola и сар. (2000), Pestana и сар. 2001, Fernandez и сар. (2006).

Када је у питању фолијарна примена Zn такође постоје различита истраживања и мишљења у погледу ефикасности Zn сулфата и Zn хелата. Неки аутори (Brown & Krantz, 1966; Voawn 1973; Patel и сар. 1995; Shivay и сар., 2014) наводе већу ефикасност фолијарне примене Zn ако се примењује у облику Zn хелата (Zn-EDTA), у

односу на примену у облику Zn сулфата. Brennan је (1991) у свом истраживању утицаја различитих начина примене Zn у производњи пшенице утврдио да је примена Zn-EDTA била 1,4-1,7 пута ефикаснија у односу на примену Zn сулфата у почетним фазама раста пшенице, док у случају касније примене није било разлике у погледу ефикасности између ова два ђубрива. Haslett и сар., (2001) такође наводе да нема разлике у погледу ефикасности између фолијарне примене Zn сулфата и Zn хелата.

Насупрот овим истраживањима, Modaihsh (1997) наводи да је примена микроелемената Fe, Zn, Cu, и Mn у облику сулфата довела до веће концентрације ових елемената у листу биљака пшенице, у односу на примену у хелатном облику (EDTA и EDDHA). Поред веће ефикасности, аутор наводи да је примена микроелемената у облику сулфата значајно економичнија у односу на примену у облику хелата. Истраживања која се односе на фолијарну примену Mn углавном указују на већу ефикасност примене уколико се Mn примењује у облику сулфата у односу на хелате (Broschat, 1991; Thalheimer & Paoli, 2002; Papadakis, и сар., 2005).

Да би се оценио релативни учинак фертигације и примене ђубрива преко земљишта потребно је примењивати исту количину и врсту ђубрива у систему за наводњавање током већег дела експлоатације вишегодишњих засада. У влажним подручјима, као што је случај са Холандијом, спроведени су експерименти на четири локације током 1986. године, за јабуке Јонаголд и Елстар. У експериментима је поређена једнократна примена азота растурањем по целој површини [15 N g /стаблу] путем наводњавања системом „кап по кап“ у трајању од 3 месеца (Kodde, 1992; Hipps, 1992). Утврђено је да је примена путем фертигације имала позитиван утицај на пораст и принос јабуке (обе сорте) али само у првим годинама, док су разлике у приносу, у зависности од начина примене ђубрива, опадале са старошћу засада. У САД-у су такође изведени слични експерименти у којима су поређени различити начини примене ђубрива (примена преко земљишта, путем фертигације) у односу на само иригацију. Вубрење са високим количинама N, P, K, Mg, B, и Zn је обављано три пута током 9-недељног периода, док је фертигација спровођена током 10 недеља на сортама Redchief, Oregon spur, Mutsu, Empire и Malling - Merton 106 (подлога MM 106). Резултати ових истраживања били су слични резултатима из Холандије. Примена ђубрива путем фертигације имала је значајан утицај на пораст биљака и принос, у односу на примену путем земљишта само у периоду од 2-4 године, али не и

касније (Robinson and Stiles, 1993). У другим истраживањима су обично вршена краткотрајна поређења примене ђубрива путем фертигације и преко земљишта са становишта њиховог утицаја на усвајање хранљивих елемената и приноса. Резултати тих истраживања углавном указују на већу ефикасност ђубрива уколико се примењују путем фертигације, односно, са мањом количином ђубрива примењених путем фертигације могу се постићи исти ефекти као са већим количинама које се примењују преко земљишта (Dasberg et al., 1988). Сprovedена су ограничена поређења ефеката ђубрења на квалитет воћа. Ипак, не може се извући јасан закључак због различите старости засада, врсте воћа и различитих начина и врста ђубрива (Van der Gulik et al. 1999).

Belton & Goh (1992) и Neilsen et al. (1993) наводе значајно снижавање рН вредности услед наводњавања системом „кап по кап“ и примене физиолошки киселих ђубрива, као што су уреа и моноамонијум фосфат, који су коришћени и у нашем истраживању. Такође, Greder (2005) наводи велики утицај врсте ђубрива на процес ацидификације земљишта.

Поред примене физиолошки киселих ђубрива, ацидификација земљишта услед фертигације може настати и као последица испирања базних катјона (K, Ca и Mg) и њихове замене јонима водоника у апсорпционом комплексу земљишта (Neilsen & Stevenson, 1983).

Последњих неколико година је органска пољопривреда представљена као систем производње за решавање еколошких проблема који су настали из конвенцијалне производње због честе употребе пестицида, хемијских ђубрива, деградације земљишта и присуства остатака пестицида у храни (Bravdo, 1993). Међутим, Kenwothy (1979) је навео да се применом фертигације и у конвенционалној производњи за половину смањују количине азота. Bravdoe и Proebsting (1993) су утврдили да је фертигацијом лакше контролисати раст биљке, јер класичном применом постоји велика и стална доступност азота, нарочито током пролећа, што јако утиче на развој стабала и има негативан утицај на воћњаке.

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

У истраживању се полази од претпоставке да вишегодишња примена ђубрива и наводњавање засада јабуке доводи до различитих промена у погледу хемијских својстава земљишта у зони кореновог система, у зависности од текстуре земљишта. Такође, претпоставља се да ће примењена ђубрива са макро- и микролементима, у зависности од начина примене, облика хранљивог елемента и дозе примене, имати различит утицај на хемијска својства земљишта, садржај и дистрибуцију приступачних хранива у зони кореновог система, принос и квалитет плода јабуке. Претпоставља се да ће примена ђубрива, различитим начином и обликом хранљивих елемената, имати утицај на транслокацију елемената између земљишта, листа и плода.

Очекује се да ће резултати пружити значајан допринос стварању модела идеалног ђубрења јабуке, којим би се одабрао бољи начин примене ђубрива као и облик хранљивог елемента, како би се повећао принос и постигао задовољавајући квалитет јабуке, уз рационалнију примена ђубрива, а самим тим и смањио потенцијално негативан утицај на животну средину.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

5.1. Истраживања у производним условима

У првој години истраживања испитан је утицај наводњавања и фертигације системом „кап по кап“ на плодност земљишта у зони кореновог ситета, у производним засадама јабуке сорте Златни делишес.

Истраживања су обављена на три локалитета у АП Војводини. Анализирани узорци узети су у току 2013. године са три пољопривредна газдинства са савременим засадама јабуке сорте Златни делишес. Воћњаци се налазе на три различита типа земљишта: Мала Ремета (карбонатни чернозем), Руменка (ритска црница) и Љутово (песковити чернозем). Сва три воћњака су у последњих 7 година у периоду вегетације, април-септембар, наводњавана системом „кап по кап“, са заливним нормама од 20 до 100 mm воде месечно. Хемијски састав воде за наводњавање приказан је у Табели 1.

Табела 1. Хемијска својства воде за наводњавање.

Параметри		Локалитети		
		Мала Ремета	Руменка	Љутово
Суви остатак (mg l ⁻¹)		375	472,2	340,0
pH		7,42	7,35	7,31
EC dS/m		0,78	0,95	0,45
Анјони (mmol/l)	CO ₃	0,2	2,14	0,2
	HCO ₃ ⁻	3,6	3,70	4,4
	Cl ⁻	2,5	1,9	0,5
	SO ₄	0,68	1,13	0,31
Катјони (mmol/l)	Na ⁺⁺	1,11	4,10	1,37
	K ⁺	0,16	0,11	0,05
	Ca ⁺⁺	2,04	0,99	1,87
	Mg ⁺⁺	2,21	2,38	2,46

Све воде које се употребљавају за наводњавање садрже у себи, мање или више растворене и суспендоване материје, соли и нанос које показују одређени утицај на гајене биљке и земљиште. Претежно негативан ефекат минерализованих вода на земљиште условио је потребу за утврђивањем и оцењивањем квалитета воде за наводњавање. Без обзира на бројне класификације за оцену квалитета воде за наводњавање немогуће је предложити јединствену класификацију коју би пракса користила у свим случајевима. Зато је неопходно познавати више класификација и њихових основа да би се у спорним и неизвесним ситуацијама могла донети реална оцена о квалитету воде. Основни критеријум у свим класификацијама је квантитативна и квалитативна анализа соли у води, а коначна оцена мора да узме у обзир и особености наводњаваних биљака, својства земљишта, климу и агротехнику. Маринов (1957) наводи да је дозвољена количина соли у води 1,1-1,7 g/l, а од 1,7-3,0 g/l захтева квалитативну анализу, јер је толерантни садржај Na_2CO_3 до 1,0 g/l, NaCl до 2 g/l и Na_2SO_4 до 5 g/l. Концентрација соли у води преко 4 g/l води заслањивању и такве воде нису погодне за наводњавање.

Најчешће се у нашој пракси наводњавања за оцену квалитета воде за наводњавање: иригациони коефицијент по Стеблеру, класификација америчке лабораторије за слатине (US Salinity Laboratory) и класификација воде по Нејгебауеру. Чињеница да је на свим локалитетима садржај соли у води за наводњавање испод 1,1-1,7 g/l (Таб. 1) може се закључити да нема потребе за додатним анализама јер се ради о малим количинама соли, да је вода добра за наводњавање и може се користити без посебних мера за спречавање нагомилавања штетних соли у земљишту.

Током вегетације у последњих 7 година у сва три воћњака вршена је фертигација са појединачним (уреа, амонијум-нитрат, моноамонијум фосфат, калијум хлорид и калијум сулфат) и комплексним водотопивим NPK ђубривима. Дозе примене приказане су у Табели 2.

Табела 2. Укупно примењене количине азота, фосфора и калијума током вегетације јабуке.

Локалитет	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
Мала Ремета	100-130	40-50	150-170
Руменка	80-100	80-100	80-100
Љутово	60-80	24-40	80-100

Током августа месеца 2013. године узети су узорци земљишта из воћњака са три локалитета. Узорци земљишта узети су из слојева земљишта 0-10, 10-20, 20-30 и 30-50 цм. У циљу сагледавања утицаја наводњавања системом „кап по кап“ на хемијска својства земљишта, узорковано је земљиште испод црева-емитера за наводњавање и земљиште из међуредног простора на удаљености од 1,5 м од црева за наводњавање. Основна хемијска својства земљишта приказана су у Табели 3.

Табела 3. Основна хемијска својства земљишта (0-30 cm).

Локалитет	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	Укупан N (%)	Хумус (%)	AL-P ₂ O ₅ (mg 100g ⁻¹)	AL-K ₂ O (mg 100g ⁻¹)
Мала Ремета	7,92	7,16	19,33	0,09	1,88	10,7	34,1
Руменка	7,54	6,56	4,15	0,13	2,67	12,1	31,8
Љутово	8,36	7,79	14,34	0,11	2,25	31,8	26,8

Узоркована земљишта одликују се неутралном (Мала Ремета и Руменка) и слабо алкалном (Љутово) реакцијом. Према садржају укупног CaCO₃ узорци Мала Ремета и Љутово спадају у категорију јако карбонатних земљишта, док узорак из Руменке спада у категорију средње карбонатних. Према садржају органске материје (хумуса) сва земљишта спадају у категорију слабо хумозних. Земљиште из Мале Ремете и Руменке је средње обезбеђено лакоприступачним фосфором, а земљиште из Љутова је високо обезбеђено овим елементом. У погледу обезбеђености лакоприступачним калијумом сва земљишта су високо обезбеђена.

Механички састав земљишта је одређен према међународној Пипет Б методи (ЈДПЗ, 1971), и приказан је у Табели 4.

Табела 4. Механички састав земљишта (0-30 cm).

Локалитет	Крупан песак (%)	Ситан песак (%)	Прах (%)	Глина (%)	Текстура
Мала Ремета	1,0	41	34	24	Иловача
Руменка	0	31	33	36	Глиновита иловача
Љутово	2	60,4	27,8	9,8	Песковита иловача

5.2. Пољски оглед са макроелементима

На основу добијених резултата из производних засада постављени су пољски огледи у засаду јабуке старости две године (садња 2012), на Огледном пољу Департмана за воћарство, виноградарство, хортикултуру и пејзажну архитектуру на Римским Шанчевима (Слика 1).



Пре него што је извршен експеримент



Извршење експеримента

Слика 1. Почетна фаза експеримента Римски Шанчеви 2014.

У првом огледу, у засаду јабуке (сорта Red Jonaprince) поређен је утицај класичне примене NPK ђубрива и примене путем фертигације на хемијска својства земљишта, принос и квалитет плода јабуке.

Растуће дозе NPK ђубрива (Дозе примене азотних ђубрива биле су 50 kg N/ha, 100 kgN/ha и 150 kgN/ha. Дозе примене фосфорних ђубрива биле су 30 kgP₂O₅/ha, 60 kgP₂O₅/ha и 90 kgP₂O₅/ha, док су дозе примене калијума износиле 60 kg K₂O/ha, 100 kgK₂O/ha и 140 kgK₂O/ha. Макроелементи азот, фосфор и калијум примењени су у облику амонијум-нитрата, моноамонијум фосфата (МАП) и калијум нитрата.

б) су примењене на два начина; кроз систем за наводњавање „кап по кап“ - фертигацијом и растурањем по површини земљишта (Слика 2).



Фертигација - „кап по кап“



Ђубрење - класичан начин

Слика 2. Приказана два различита начина примене NPK ђубрива.

Оглед је постављен као двофакторијални по *split-plot* систему где је на главним парцелама испитиван утицај начина примене NPK ђубрива: класична примена преко земљишта и примена ђубрива путем фертигације. На потпарцелама испитан је утицај растућих доза N, P и K ђубрива (Табела 5). Основна парцела огледа (потпарцела) састојала се од 10 стабала јабуке који су ђубрени на идентичан начин.

Табела 5. Шема огледа са макроелементима.

Примена преко земљишта	Примена путем фертигације
Контрола	Контрола
NPK1	NPK1
NPK2	NPK2
NPK3	NPK3

Дозе примене азотних ђубрива биле су 50 kg N/ha, 100 kgN/ha и 150 kgN/ha. Дозе примене фосфорних ђубрива биле су 30 kgP₂O₅/ha, 60 kgP₂O₅/ha и 90 kgP₂O₅/ha, док су дозе примене калијума износиле 60 kg K₂O/ha, 100 kgK₂O/ha и 140 kgK₂O/ha. Макроелементи азот, фосфор и калијум примењени су у облику амонијум-нитрата, моноамонијум фосфата (МАП) и калијум нитрата.

Табела 6. Укупне примењене дозе у току вегетационог периода (април-септембар).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NPK1	50	30	60
NPK2	100	60	100
NPK3	150	90	140

У табелама 7 и 8 приказане су количине активне материје и време примене ђубрива током вегетације јабуке у 2014. и 2015. години.

Табела 7. Време и количине примене NPK ђубрива путем фертигације током вегетације јабуке у 2014. и 2015. години.

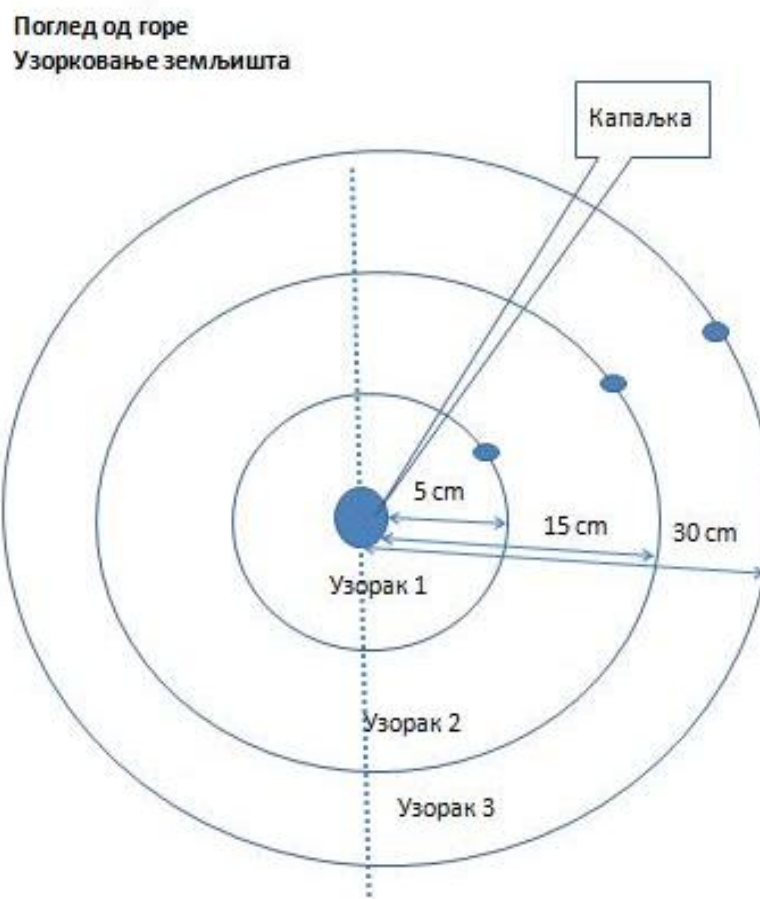
	kg активне материје ha								
	NPK1			NPK2			NPK3		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Април	4	15	2	8	30	3	12	45	5
Мај I	4	2	2	8	4	3	12	6	5
Мај II	5	1	2	10	2	3	15	3	5
Јун I	6	1	6	12	2	10	18	3	14
Јун II	7	1	7	14	2	12	21	3	17
Јул I	7	1	10	14	2	17	21	3	22
Јул II	5	2	10	10	4	17	15	6	22
Август I	3	3	9	6	6	15	9	9	20
Август II	4	3	9	8	6	14	12	9	20
Септембар	5	1	4	10	2	6	15	3	10
УКУПНО (kg ha ⁻¹)	50	30	60	100	60	100	150	90	140

Табела 8. Време и количине примене NPK ђубрива путем класичне примене (растурањем по површини земљишта) током вегетације јабуке у 2014. и 2015. години.

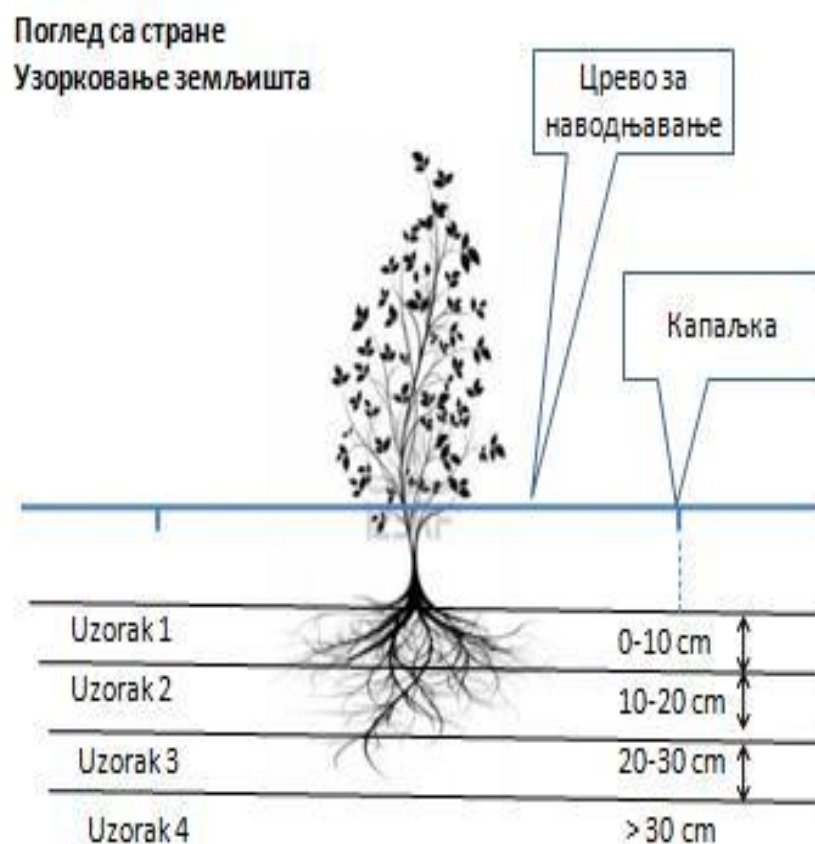
	kg активне материје ha								
	NPK1			NPK2			NPK3		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Април	4	15	2	8	30	3	12	45	5
Мај	9	3	4	18	6	6	27	9	10
Јун	13	2	13	26	4	22	39	6	31
Јул	12	3	20	24	6	34	36	9	44
Август	7	6	18	14	12	29	21	18	40
Септембар	5	1	4	10	2	6	15	3	10
УКУПНО (kg ha ⁻¹)	50	30	60	100	60	100	150	90	140

Узорци земљишта су узимани помоћу ручне сонде, и то по 0,5 kg земљишта за хемијске анализе. Узорци су узети у пролеће 2014. године, пре уношења ђубрива, како

би се утврдило почетно стање и у јесен, на крају вегетације 2014. и 2015. године. Узорци су узимани са три удаљености од капаљке 0, 15 и 30 cm, са четири дубине: 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 и > 30 cm (Слика 3 и 4).



Слика 3. Шема узорковања земљишта у зони кореновог система јабуке



Слика 4. Узорковање земљишта у зони кореновог система јабуке (поглед са стране)

Током истраживања посматрани су следећи параметри:

1. Просечна маса плода
2. Број плодова
3. Принос
3. Хемијски састав листа и плода јабуке
4. рН вредност земљишта
4. Садржај минералног азота у земљишту
5. Садржај приступачног калијума у земљишту
6. Садржај приступачног фосфора у земљишту
7. Садржај органске материје (хумуса)

5.3. Пољски оглед са микроелементима

У другом огледу, у засаду сорте Златни делишес, испитан је утицај примене азотног ђубрива, начина примене и облика микроелемената гвожђа (Fe), мангана (Mn) и цинка (Zn) на принос, садржај (дистрибуцију) микроелемената у зони кореновог система јабуке и садржај микроелемената у листу и плоду јабуке.

Оглед је постављен као двофакторијални, по *split-plot* систему, где је на главним парцелама испитан утицај примене азота, а на потпарцелама начин и облик примене микроелемената. Испитана су три третмана ђубрења азотом:

1. N0- 0 kg N/ha
2. N1 -, 80 kg N/ha
3. N2 -, 160 kg N /ha

Азот је примењен у облику амонијум нитрата (34,4% N), у првој половини вегетације јабуке.

На потпарцелама поређена је примена ђубрива у којима су се микроелементи Fe, Mn и Zn налазили у облику сулфата, и примена ђубрива у којима су микроелементи били у облику хелата, где је хелатирајући агенс метала диетилен-триамин-пентасирћетна киселина (ДТРА) и етилен-диамино-тетрасирћетна киселина (EDTA).

Третмани ђубрења са микроелементима којима је испитан начин примене и облик микроелементата били су:

1. Контрола, фолијарно
2. Контрола, фертигација
3. Fe, Mn, Zn фолијарно у облику хелата
4. Fe, Mn, Zn фолијарно у облику соли (сулфати)
5. Fe, Mn, Zn фертигација у облику хелата
6. Fe, Mn, Zn фертигација у облику соли (сулфати)

Основна парцела огледа (потпарцела) састојала се од 10 стабала јабуке који су ђубрени на идентичан начин. Шема огледа приказана је на табела 9.

Табела 9. Шема огледа са макроелементима.

N1		N2		N3	
Фолијарно	Фертигација	Фолијарно	Фертигација	Фолијарно	Фертигације
Контола	Контола	Контола	Контола	Контола	Контола
Fe, Mn, Zn (хелати)	Fe, Mn, Zn (хелати)	Fe, Mn, Zn (хелати)	Fe, Mn, Zn (хелати)	Fe, Mn, Zn (хелати)	Fe, Mn, Zn (хелати)
Fe, Mn, Zn (соли)	Fe, Mn, Zn (соли)	Fe, Mn, Zn (соли)	Fe, Mn, Zn (соли)	Fe, Mn, Zn (соли)	Fe, Mn, Zn (соли)

Ђубрива са микроелементима примењена су у првој половини вегетације током маја у два наврата. Ђубрива са микроелементима примењена су фолијарно ручним атомизером марке Stihl, са раствором концентрације 0,5 % . У обе године истраживања фолијарна примена и примена путем фертигације (систем „кап по кап“) изведена је истог дана (Слика 5, Табела 10).

Узорковање земљишта изведено је на идентичан начин као код огледа са макроелементима (Слика 3 и 4).



Фолијарно



Фертигација - „кап по кап“

Слика 5. Приказана два различита начина примене микроелемената (Fe, Mn, Zn) ђубрива.

Табела 10. Укупно примењене количине микроелемената у току вегетације јабуке 2014. и 2015. године.

Начин примене	Облик	Примењена активна материја (kg ha ⁻¹) у 2014. год.			Примењена активна материја (kg ha ⁻¹) у 2015. год.		
		Fe	Mn	Zn	Fe	Mn	Zn
Фолијарно	Гвожђе сулфат (FeSO ₄ x H ₂ O)	1,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5
	Манган сулфат (MnSO ₄ xH ₂ O)						
	Цинк сулфат (ZnSO ₄ x H ₂ O)						
	Хелат гвожђа (Fe-DTPA)	1,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5
	Хелат мангана (Mn-EDTA)						
	Хелат цинка (Zn-EDTA)						
Фертигација	Гвожђе сулфат (FeSO ₄ x H ₂ O)	4,5	1,5	1,5	4,5	1,5	1,5
	Манган сулфат (MnSO ₄ xH ₂ O)						
	Цинк сулфат (ZnSO ₄ x H ₂ O)						
	Хелат гвожђа (Fe-DTPA)	4,5	1,5	1,5	4,5	1,5	1,5
	Хелат мангана (Mn-EDTA)						
	Хелат цинка (Zn-EDTA)						

На слици 6. приказани су плодови јабуке након различитих начина примене микроелемената (Fe, Mn, Zn) и макроелемената NPK у 2014-2015. години.



Red Jonaprince јабуке 2014.



Golden Delicious јабуке 2014.



Red Jonaprince јабуке 2015.



Golden Delicious јабуке 2015.

Слика 6. Огледни засад пред бербу

5.4. Хемијске анализе земљишта

У узорцима земљишта одређена су основна хемијска својства и садржај биогених елемената следећим методама:

- рН вредност земљишта одређена је у суспензији земљишта с водом и суспензији земљишта с 1 М КСl, потенциометријски, помоћу рН метра „METREL“, МА 3657 (SRPS ISO 10390:2007);
- Садржај СаСО₃ одређен је волуметријски, помоћу Scheiblerovog калциметра (JUS ISO 10693:2005);
- Садржај хумуса одређен је методом Тјурина оксидацијом органске материје (Тјурин, 1940);
- Садржај приступачног фосфора и калијума одређен је AL методом (Enger & Riehm, 1960);
- Садржај минералног N током одређен је након екстаркције са 2 М КСl (однос КСl : земљиште, 4:1) парном дестилацијом по методи Bremner (1965);
- Концентрациј приступачних микроелемената Fe, Mn, и Zn у земљишту, одређена је након екстракције са пуферним раствором диетилен-триамино-пентасирћетне киселине (0,005 М ДТРА), триетаноламина (0,1 М ТЕА) и калцијум хлорида (0,01 М СаСl₂). Узорак од 10 g земљишта екстахован је 2 сата са 20 ml раствора, и након тога филтриран. Концентрација микроелемената у филтрату одређена је помоћу атомског адсорпционог спектрофотометра (Shimadzu 6300) пламеном техником (ИСО 14870:2001).
- Концентрација приступачних облика Са и Mg у земљишту одређена је након екстракције са 1 М амонијум ацетатом (NH₄ОAc), у односу 1:10 (2,5 g земљишта / 25 ml NH₄ОAc), помоћу атомског адсорпционог спектрофотометра (Shimadzu 6300) пламеном техником (Cooksey and Barnett, 1979).

5.5. Хемијске анализе биљног материјала

Одређивање макро и микроелемената у листу и плоду јабуке

- Укупан садржај азота у листу и плоду одређен је Кјелдахловом методом (Arsenijević – Maksimović i Рајевић, 2002).
- Садржај укупног фосфора у листу и сувој маси плода јабуке одређен је амонијум ванадат-молибдат методом (MAFF, 1986).
- Садржај укупног калијума у листу и сувој маси плода јабуке одређен је директним мерењем концентрације калијума у раствору добијеном након минерализације (разарања) узорка *сувим путем* (650° C, 2-3 h) и упаравања са 25% HCl, помоћу пламенфотометра (JENWAY), (Arsenijević – Maksimović i Рајевић, 2002);
- Садржај микроелемената и секундарних макроелемената у листу и сувој маси плода јабуке одређен је методом мокре дигестија смешом азотне (HNO₃) и хлороводоничне киселине (HCl) у односу 1:3. Након дигестије концентрација укупног Ca, Mg, Fe, Mn, бакра (Cu) и Zn је измерена методом атомске адсорпционе спектрофотометрије (Shimadzu 6300), пламеном техником (Arsenijević – Maksimović i Рајевић, 2002).

5.6. Парцијални биланс микроелемената

На основу садржаја микроелементата у плоду јабуке израчунат је парцијални биланс микроелементата који показује однос између изнете количине неког елемента приносом гајене културе и примењене количине путем ђубрива (Fixen и сар., 2015). Парцијални биланс микроелемената (ПБМ) на парцели израчунат је по формули:

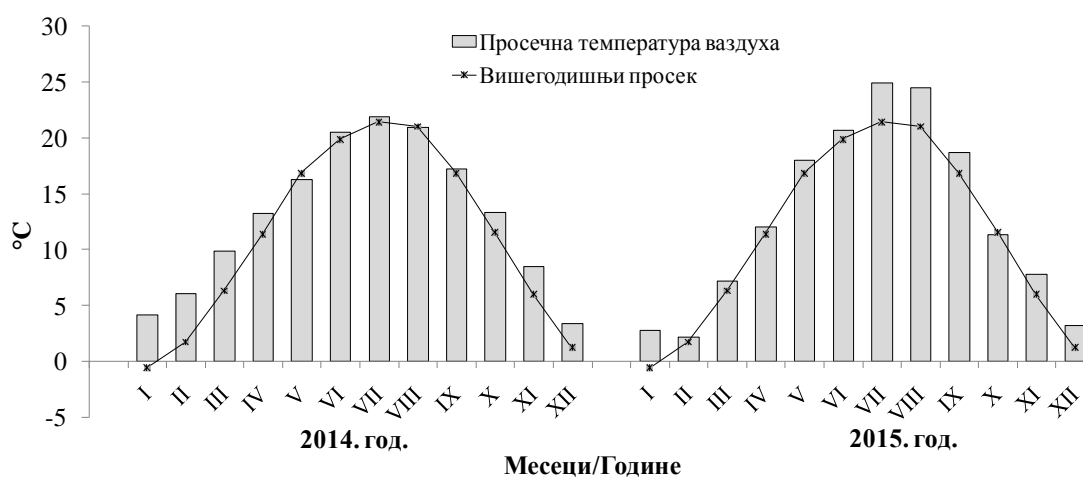
$$\text{ПБМ} = \frac{\text{Изнета количина микроелемента (g/ha)}}{\text{Примењена количина микроелемента путем ђубрива (g/ha)}} \times 100\%$$

5.7. Статистичка анализа података

Резултати пољског огледа обрађени су методом анализе варијансе помоћу програма STATISTIKA 10 (StatSoft Inc, Tulsa, USA). Оглед је приликом статистичке обраде посматран као двофакторијални, где начин примене ђубрива представља први фактор, а третмани ђубрења други. Поред методе анализе варијансе, у обради података из пољског огледа примењена је метода регресионе анализе, такође помоћу програма STATISTIKA 10.

5.8. Агрометеоролошки услови

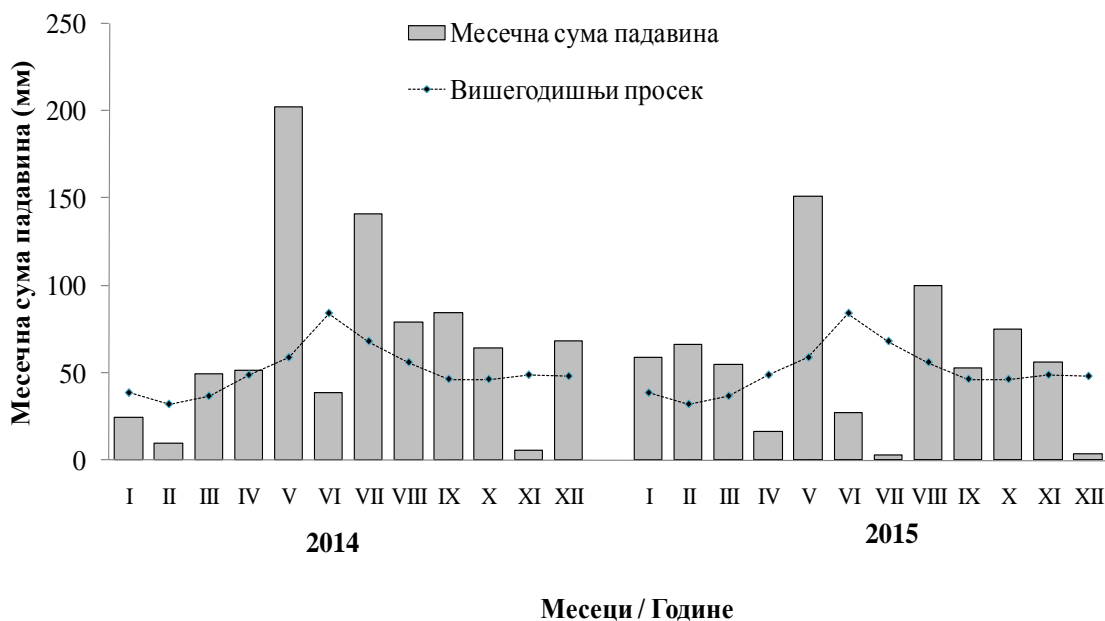
На територији Србије, 2014. година је, са средњом температуром ваздуха од 11,8 °С, била друга најтоплија година у периоду од 1951. године. Средња годишња температура ваздуха била је у нижим пределима од 11,2 °С до 14,0 °С. Година 2014., у току које је и вршен овај оглед, била је у категорији екстремно топло. С друге стране, 2015. година одликовала се врло високим температурама током јула и августа месеца, док су остали месеци били у нивоу вишегодишњег просека (Графикон 2).



Графикон 2. Средње месечне температуре ваздуха (°C) за хидролошке године 2014-2015. и вишегодишњи просек очитан на метеоролошкој станици Римски Шанчеви.

У Србији је 2014. година такође била и најкишовитија у периоду од 1951. године. На дванаест главних метеоролошких станица је превазиђена максимална годишња сума падавина (<http://www.hidmet.gov.rs>). Посебно је велика количина падавина измерена у мају и јулу 2014. када је на метеоролошкој станици Римски Шанчеви измерено готово три пута више падавина у односу на вишегодишњи просек

(Граф. 3). Друга година истраживања одликовала се већом количином падавина током маја месеца у односу на вишегодишњи просек, и значајно нижом количином падавина током јуна и јула месеца у односу на вишегодишњи просек.



Графикон. 3. Сума падавина (mm) за хидролошке године 2014-2015. вишегодишњи просек суме падавина очитан на метеоролошкој станици Римски Шанчеви.

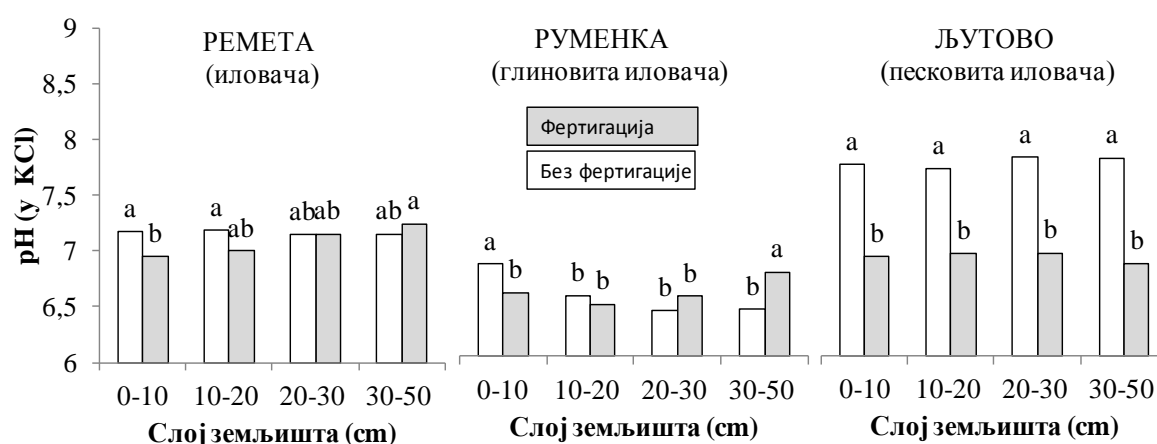
Током вегетационог периода (април-септембар) 2014. године на територији Србије забележено је просечно око 700 mm падавина, што представља најкишнију вегетацију у последњих 45 година. На највећем делу територије земље било је 2 до 3 пута више падавина у односу на вишегодишњи просек.

6. РЕЗУЛТАТИ РАДА

6.1. Истраживања у производним условима

6.1.1. Утицај фертигације на хемијска својства земљишта и дистрибуцију макроелемената и микроелемената у зони кореновог система јабуке, у зависности од текстуре земљишта

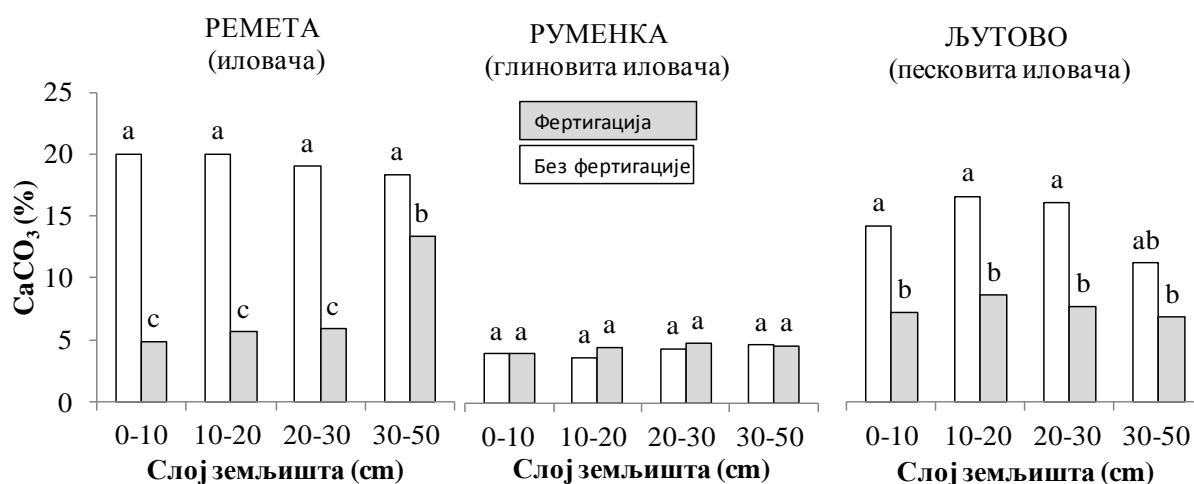
На Граф. 4 приказан је утицај наводњавања на активну потенцијалну (pH у KCl) вредност земљишта. Наводњавање је довело до значајног смањења супституционе pH вредности површинског слоја земљишта (0-10 cm) на локалитетима Руменка и Љутово, док на локалитету Мала Ремета нису постојале статистички значајне разлике између наводњаваног и земљишта без наводњавања. Такође, у површинским слојевима 0-10 cm и 10-20 cm на сва три локалитета измерена је значајно нижа потенцијална pH вредност земљишта испод капалке, у односу на одговарајуће слојеве земљишта без директног наводњавања (земљиште између редова).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 4. Утицај фертигације на pH вредност земљишта.

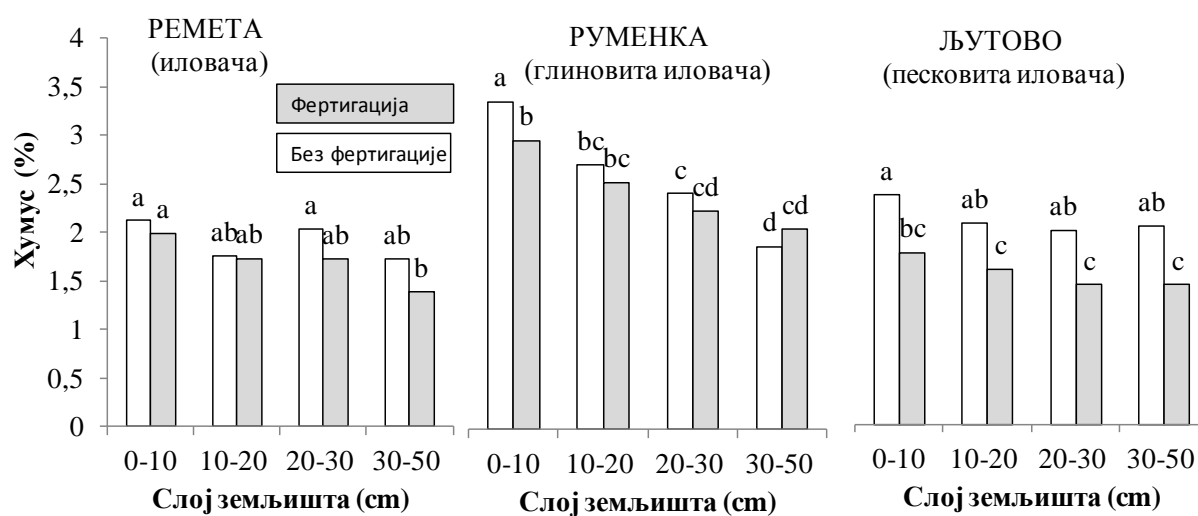
Примена фертигације довела је до значајног смањења укупног садржаја калцијум карбоната (CaCO_3) у земљишту на локалитетима Мала Ремета и Љутово, који су према класификацији земљишта према укупном садржају CaCO_3 спадали у категорију јако карбонатних земљишта, док на локалитету Руменка, где је земљиште било у класи средње карбонатних земљишта, наводњавање није довело до смањења садржаја CaCO_3 (Графикон 5).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 5. Утицај наводњавања и фертигације на садржај CaCO_3 у земљишту.

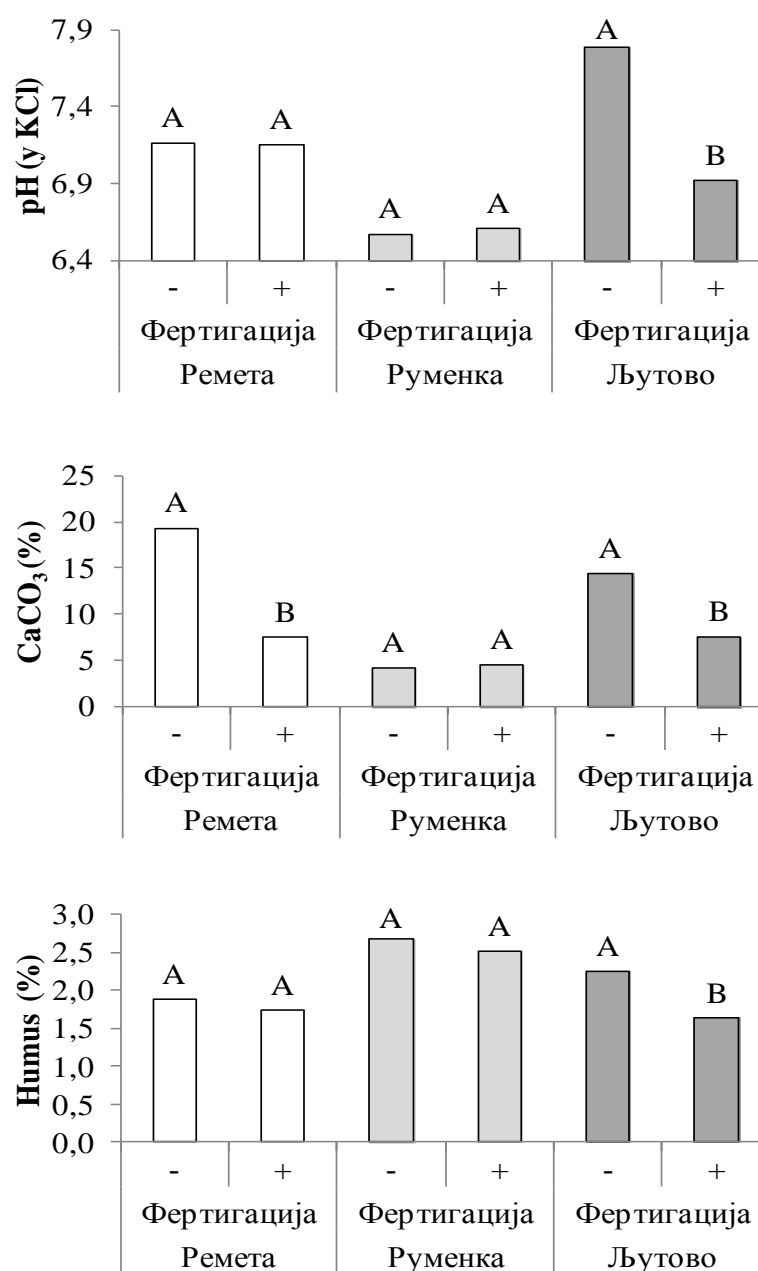
На Графикону 6 приказан је садржај хумуса у поједини слојевима земљишта на три локалитета. На сва три локалитета измерен је нижи садржај хумуса у наводњаваном земљишту, у односу на земљиште без наводњавања, у сва четири слоја, међутим статистички значајне разлике постојале су само у површинском слоју на локалитету Руменка, и сва четири слоја на локалитету Љутово.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 6. Утицај наводњавања и фертигације на садржај хумуса у земљишту.

Просечне вредности рН земљишта, садржаја хумуса и CaCO_3 у целокупној зони кореновог система (у просеку за све слојеве земљишта) земљишта, приказане су на Графикону 7. Наводњавање и фертигације довели су до значајног смањења вредности сва три посматрана параметра плодности земљишта само на локалитету Љутово. На локалитету Мала Ремета измерен је значајно нижи садржај CaCO_3 у земљишту на делу парцеле која је била под утицајем наводњавања. На локалитету Руменка посматрани параметри се нису значајно разликовали, у зависности од примене наводњавања, посматрано у просеку за слој земљишта 0-50 cm (Графикон 7).

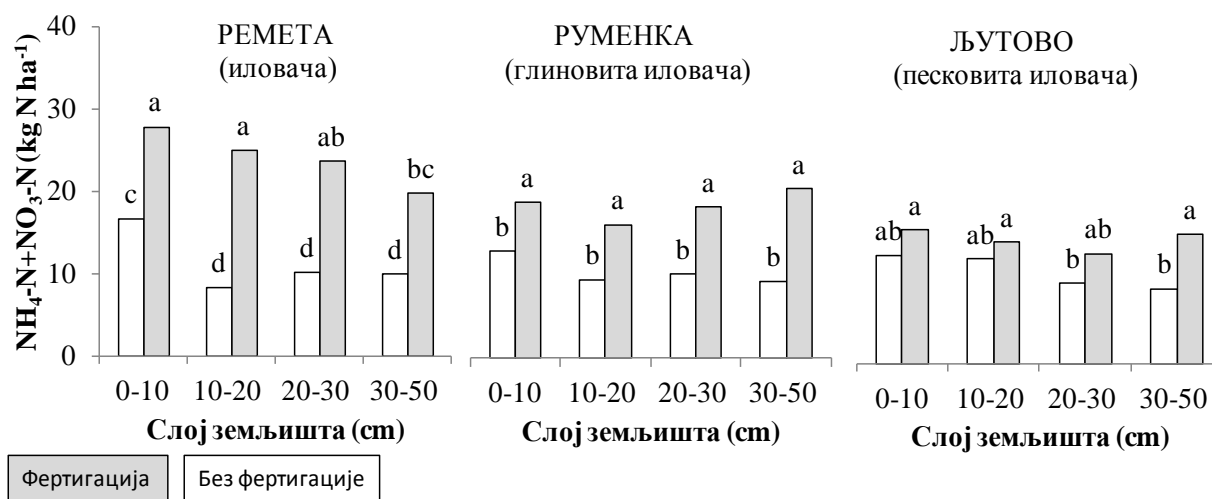


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 7. Утицај наводњавања и фертигације на pH вредност, садржај CaCO₃ и хумуса у просеку за све слојеве земљишта (0-50 cm).

У Графикону 8 приказан је садржај минералних облика азота у земљишту које је било под директним утицајем фертигације и земљишту између редова (без фертигације). Садржај минералног азота кретао се од 8,2 kg N ha⁻¹ до 27,8 kg N ha⁻¹ и није се значајно разликовао по дубини профила земљишта (слојевима), код сва три

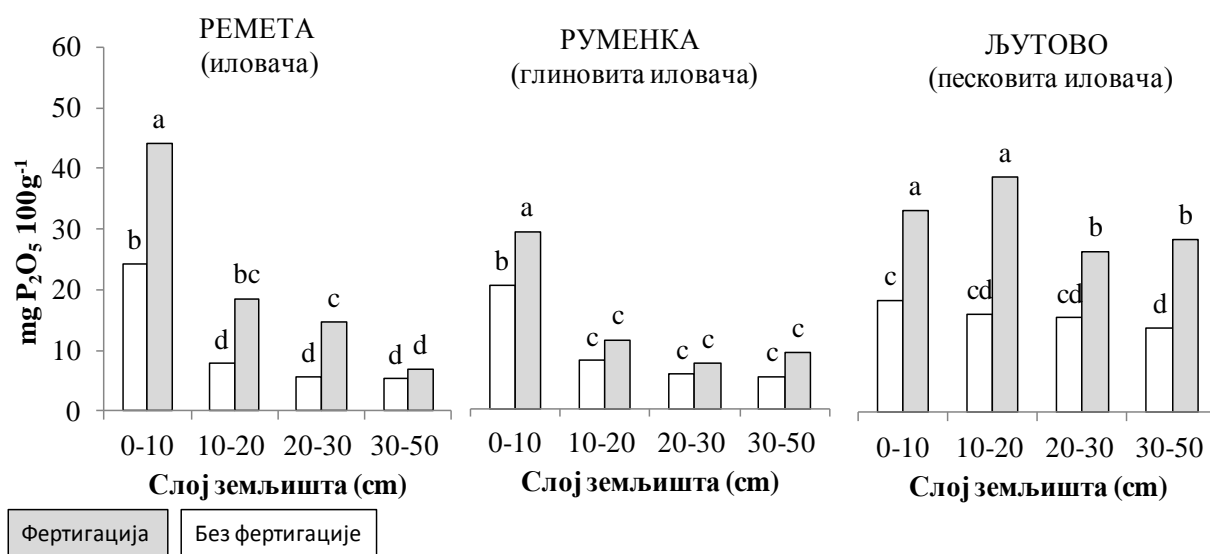
локалитета. С друге стране, на сва три локалитета саджај минералног азота у земљишту између редова (без фертигације) био је значајно нижи, у односу на садржај који је измерен у земљишту испод капаљке система за наводњавање и фертигацију.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 8. Утицај наводњавања и фертигације на садржај минералних облика N (0-50 cm).

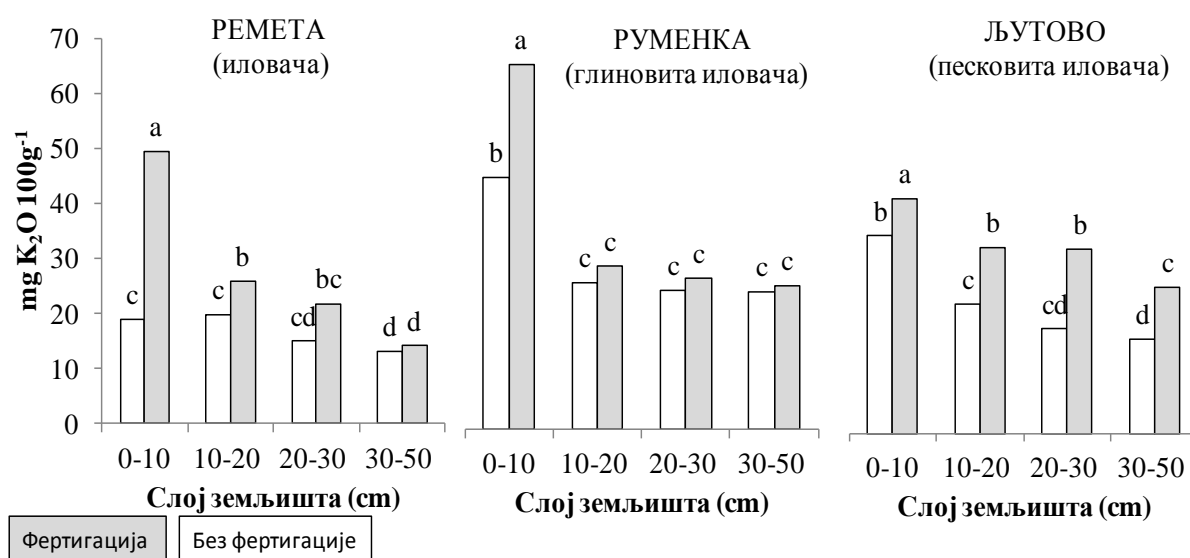
Примена фосфорних ђубрива путем фертигације довела је до значајне акумулације приступачног фосфора у површинским слојевима земљишта (Графикон 9), при чему је до акумулације у већој мери дошло на земљиштима тежег механичког састава (иловача и глиновита иловача), на локалитетима Ремета и Руменка. На та два локалитета у површинском слоју (0-10 cm) измерена је готово двоструко већа концентрација лакоприступачног фосфора у односу на остале, дубље слојеве земљишта. На земљишту лакшег механичког састава (Љутово) акумулација фосфора у површинским слојевима земљишта није била тако изражена као у претходна два локалитета. Такође, на овом локалитету у сва четири слоја земљишта испод система за наводњавање измерена је виша концентрације приступачног фосфора, у односу на слојеве земљишта које није било под директним утицајем фертигације (између редова).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 9. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног фосфора у земљишту (0-50 cm).

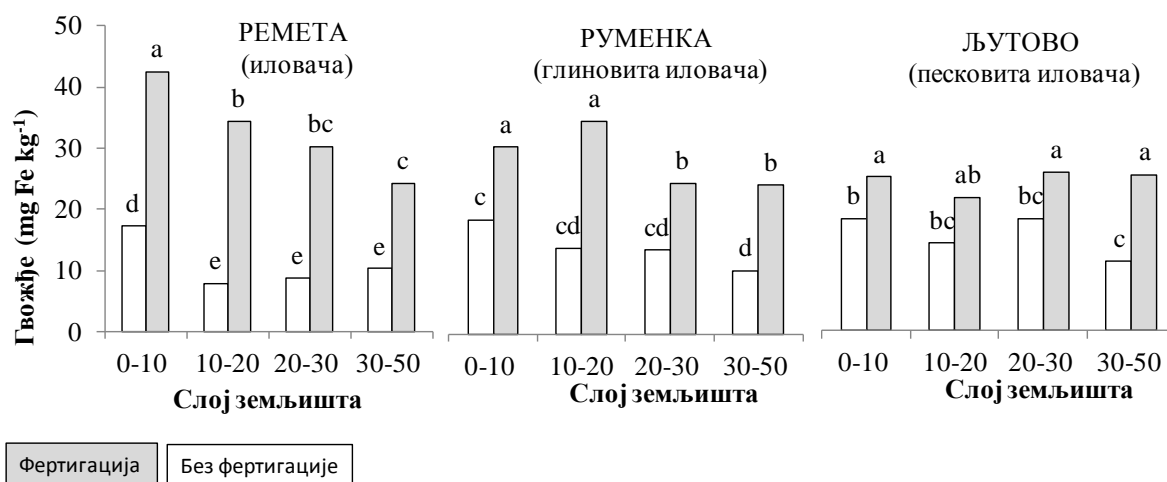
На Графикону 10 приказан је садржај приступачног калијума у земљишту. Дистрибуција калијума у зони кореновог система јабуке била је идентична дистрибуцији фосфора. Концентрација калијума, гледано по слојевима, у земљишту лакшег механичког састава (песковита иловача) била је уједначенија, у односу на земљишта тежег механичког састава, где је измерена значајно већа концентрација калијума у површинским слојевима, у односу на остале слојеве (Графикон 10).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 10. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног К у земљишту (0-50 cm).

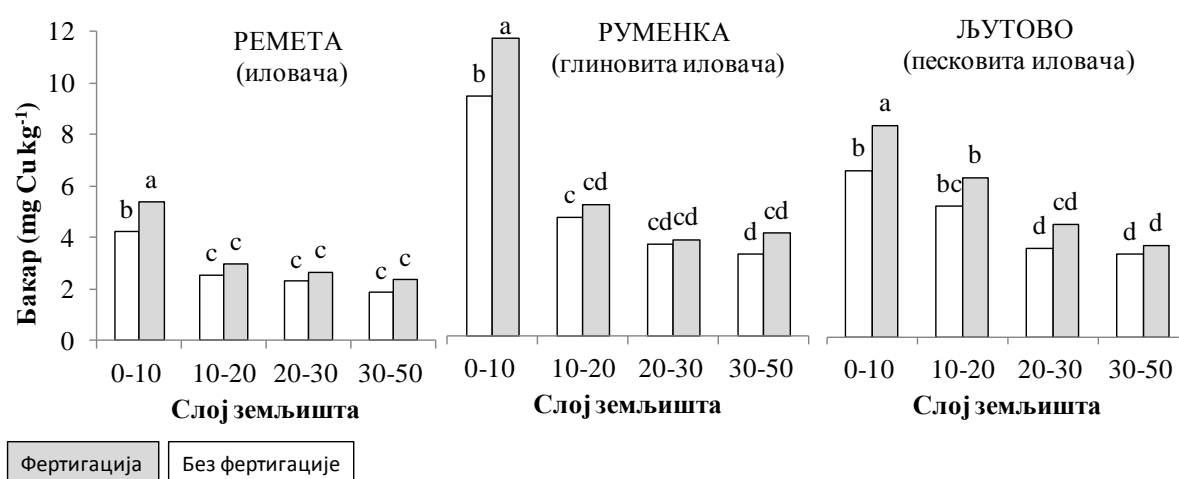
Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачних облика Fe у земљишту приказан је у Графикону 11. Садржај приступачних облика Fe у земљишту на сва три локалитета кретао се од 7,8 до 42,4 mg ДТРА-Fe kg⁻¹. На сва три локалитета, концентрација приступачног гвожђа у земљишту испод система за наводњавање била је значајно виша у односу на земљиште из међуредног простора. Концентрација приступачног гвожђа у површинским слојевима иловаче (Ремета) и глиновите иловаче (Руменка) била је значајно виша у односу на дубље слојеве земљишта. С друге стране, на локалитету Љутово нису постојале значајне разлике у концентрацији приступачног гвожђа између слојева земљишта које је било под утицајем фертигације.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 11. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Fe (ДТРА екстракција) у земљишту.

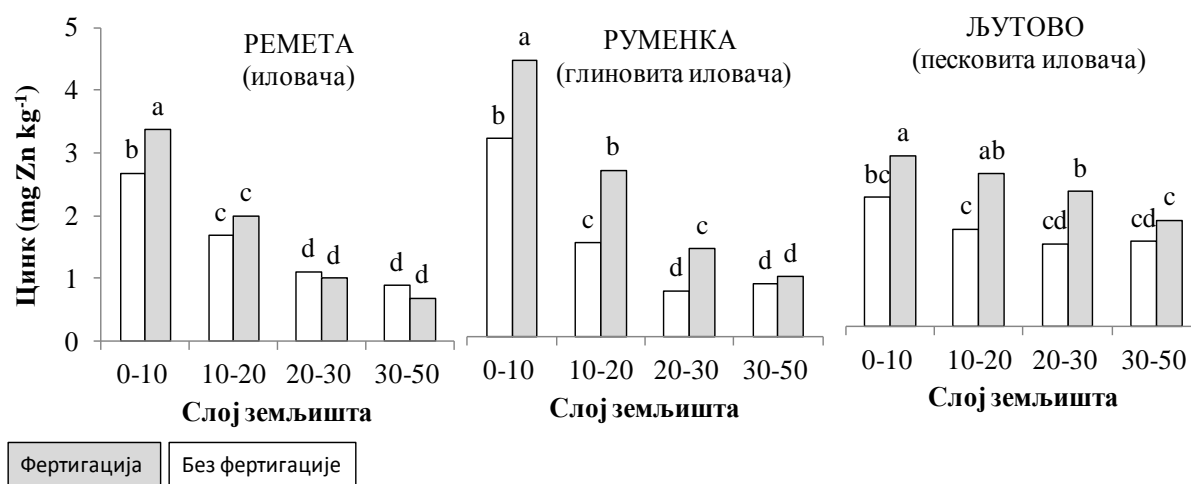
У Графикону 12 приказан је садржај приступачног бакара (Cu) у земљишту на три локалитета. Садржај приступачног Cu имао је вредности од 1,8 до 10,8 mg ДТРА-Cu kg⁻¹. Примена фертигације, поред Fe, довела је и до повећања садржаја приступачних облика Cu. Међутим, значајно виши садржај приступачног Cu у земљишту под утицајем фертигације, у односу на земљиште између редова, измерен је само у површинским слојевима земљишта (0-10 cm), док у дубљим слојевима земљишта утицај фертигације на садржај приступачног Cu није регистрован.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 12. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Cu (ДТРА екстракција) у земљишту.

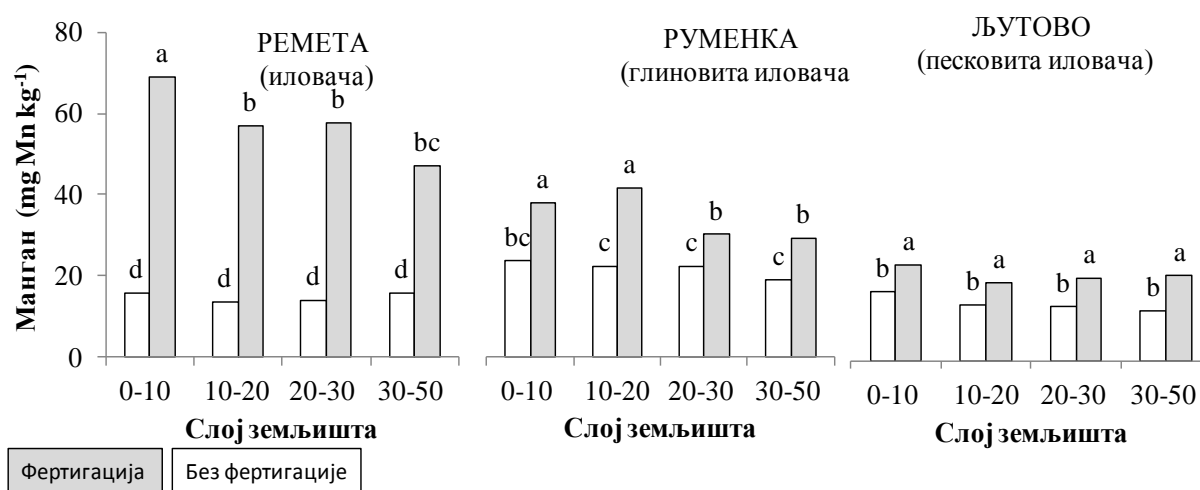
У Графикону 13 приказан је садржај приступачног Zn у земљишту на три локалитета, који се кретао од 0,69 до 4,26 mg ДТРА- Zn kg⁻¹. У земљишту под директним утицајем наводњавања и фертигације (простор у реду) измерена је значајно виша концентрација приступачног Zn, у односу на земљиште између редова, на сва три посматрана локалитета.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите (p<0,05).

Графикон 13. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Zn (ДТРА екстракција) у земљишту.

У Графикону 14 приказан је садржај приступачног Mn у земљишту на три локалитета, који се кретао од 16,5 до 67,2 mg ДТРА- Mn kg⁻¹. У земљишту под директним утицајем наводњавања и фертигације (простор у реду) измерена је значајно виша концентрација приступачног Mn, у односу на земљиште између редова, на сва три посматрана локалитета.



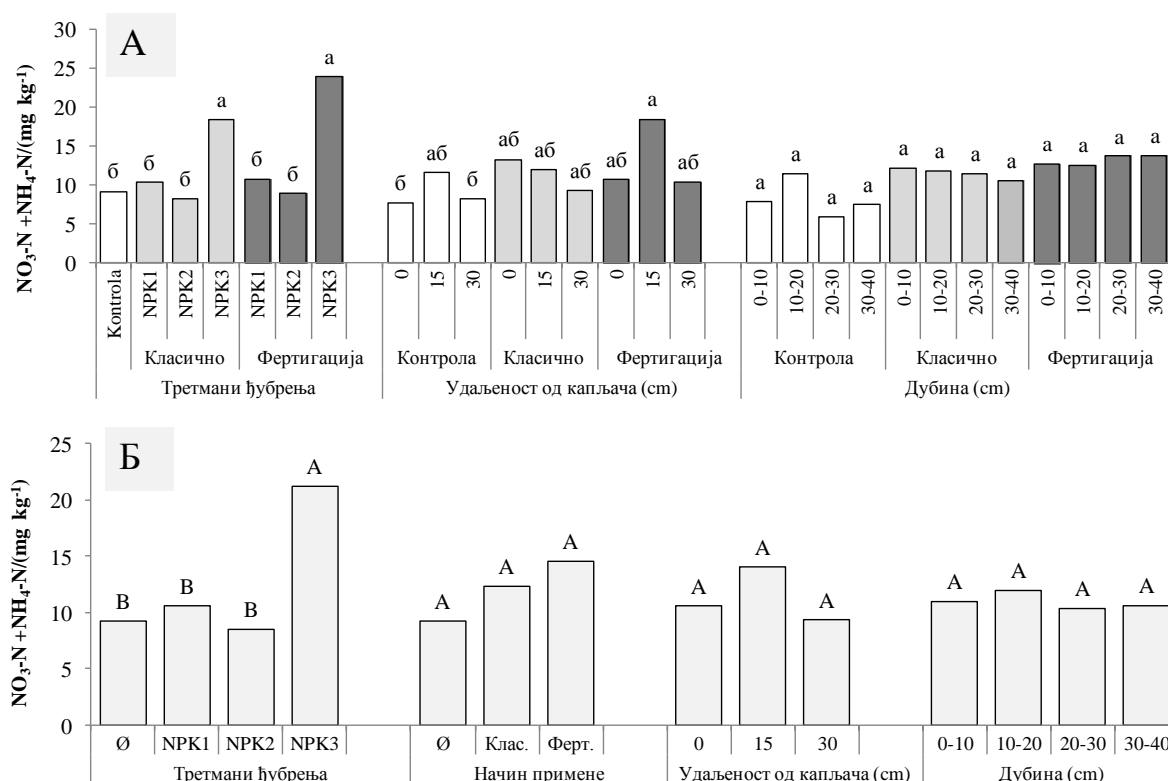
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 14. Утицај наводњавања и фертигације на садржај приступачног Mn (DTPA екстракција) у земљишту.

6.2. Пољски оглед са макроелементима

6.2.1. Садржај минералног азота у зони кореновог система јабуке

У Графикону 15 приказан је садржај минералних облика азота у земљишту у зони кореновог система јабуке, у зависности од третмана ђубрења, удаљености од капалке црева за фертигацију, начина примене ђубрива и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.). Значајно виши садржај минералног N, у односу на контролу, измерен је само код третмана са највишом дозом азота (NPK3 третман), док се садржај на осталим третманима ђубрења није значајно разликовао од садржаја код контролног третмана. Начин примене, дубина земљишта и удаљеност од капалке нису имали значајан утицај на садржај и дистрибуцију минералног N у зони кореновог система јабуке (Графикон 15Б).



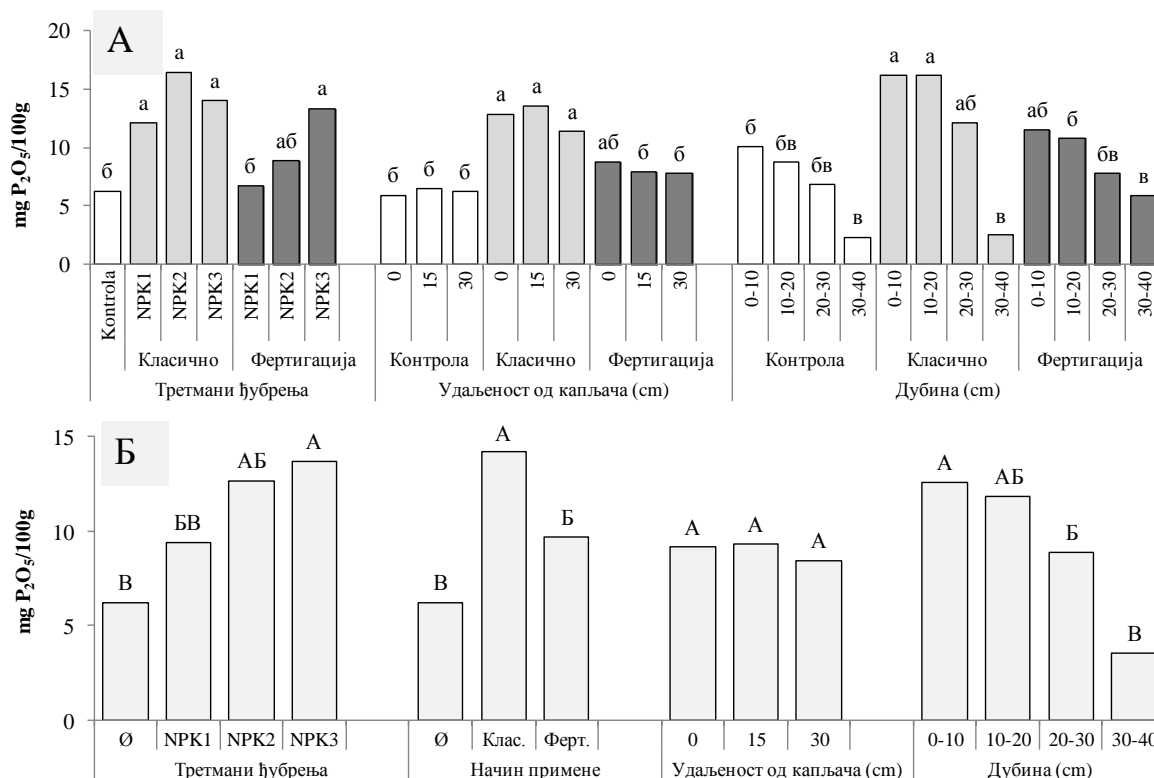
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 15. Садржај минералног N у зони кореновог система јабуке у 2014. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

6.2.2. Садржај приступачног фосфора у зони кореновог система јабуке

У Графикону 16 приказан је садржај приступачних облика P у земљишту у зони кореновог система јабуке, у зависности од третмана ђубрења, удаљености од капљаче црева за фертигацију, начина примене ђубрива и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.). Садржај приступачних облика P у земљишту значајно се разликовао, у зависности од начина примене и количина хранива. Примена NPK2 и NPK3 довело је до значајно вишег садржаја P у односу на контролу, док се садржај на третману NPK1 није значајно разликовао од садржаја измереног на контроли. Садржај P на парцелама где су NPK ђубрива примењена расипањем по површини земљишта (класично) био је значајно виши у односу на садржај P у земљишту где су NPK ђубрива примењена путем фертигације (Графикон 16Б). Такође,

постојала је значајна интеракција између начина примене и удаљености од капалке (Графикон 16А).



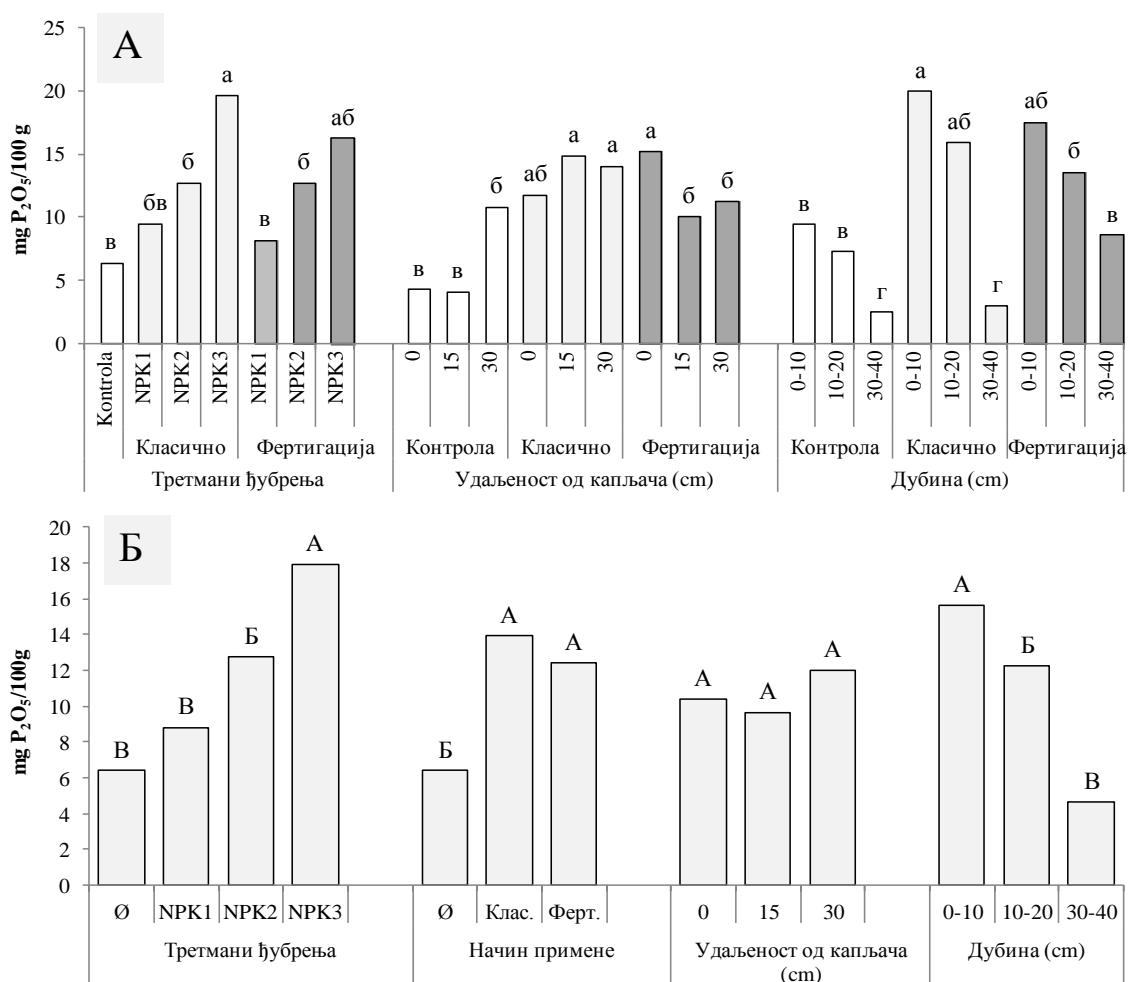
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 16. Садржај приступачног Р у зони кореновог система јабуке у 2014. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

Посматрано по дубини профила, класична примена ђубрива довела је до акумулације фосфора у површинским слојевима земљишта од 0-10 cm и 10-20 cm. Код третмана где су ђубрива примењена путем фертигације, такође је забележена акумулација Р у површинским слојевима, али у мањој мери у односу на класичну примену ђубрива (Графикон 16А).

Садржај Р у зони кореновог система јабуке у другој години истраживања (2015.год.), која се од претходне разликовала по знатно мањој количини падавина, приказан је у Графикону 17. У другој години истраживања NPK2 и NPK3 довели су до значајног повећања садржаја приступачног Р у земљишту у односу на контролу, без обзира на начин примене. Просечан садржај Р у зони кореновог система није се

значајно разликовао, у зависности од начина примене и удаљености од капаљке црева за фертигацију, али су значајне разлике постојале само у зависности од количине примењеног P и дубине слоја земљишта (Графикон 17Б). Постојале су значајне интеракције између начина примене и удаљености од капаљке. Највиши садржај P код контроле измерен је 30 cm од капаљке, код класичне примене ђубрива садржај P није се разликовао, у зависности од удаљености од капаљке, док је код фертигације највиши садржај P измерен директно испод капаљке. Као и у првој години истраживања, садржај P се разликовао у зависности од дубине слоја земљишта. Поново је највиши садржај P измерен у површинским слојевима, док је највиши садржај измерен у најдубљем слоју земљишта (30-40 cm), на парцелама где су ђубрива примењена путем фертигације (Графикон 17Б).

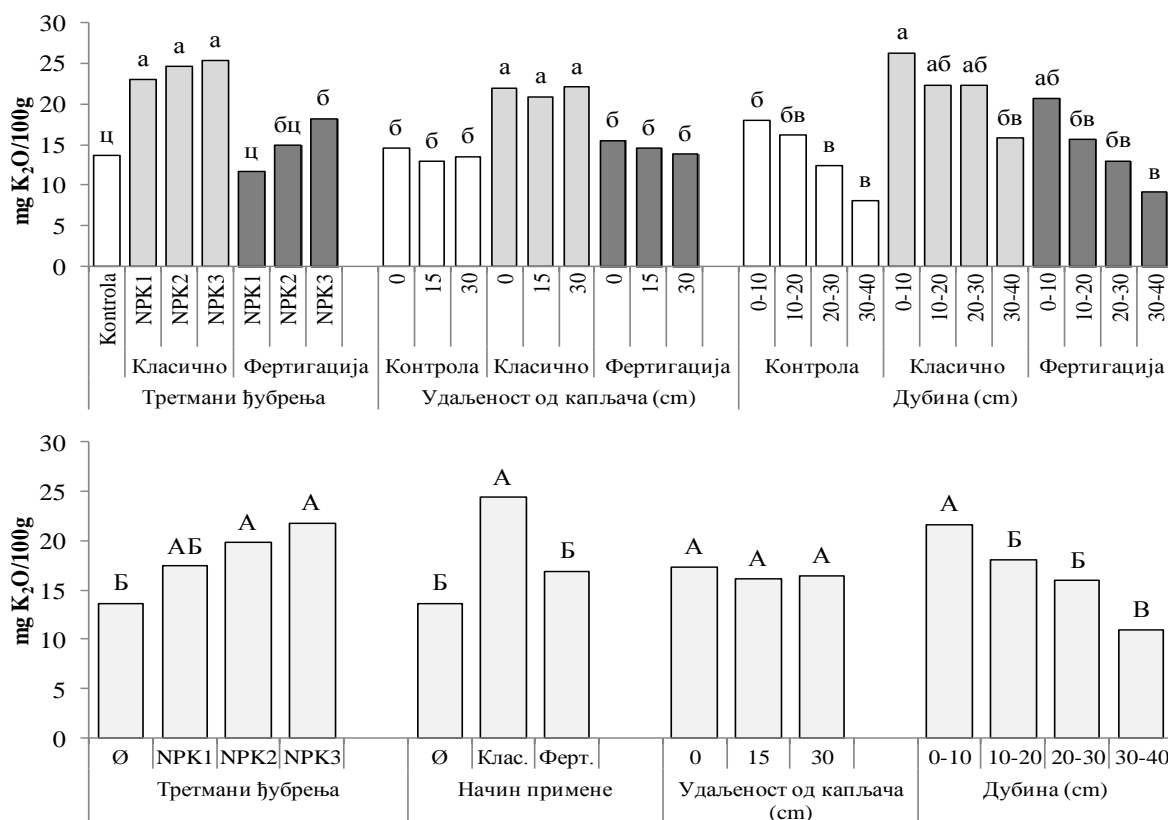


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 17. Садржај приступачног P у зони кореновог система јабуке у 2015. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

6.2.3. Садржај приступачног калијума у зони кореновог система јабуке

У Графикону 18 приказан је садржај приступачних облика калијума у земљишту у зони кореновог система јабуке, у зависности од удаљености од капаљке црева за фертигацију, начина и дозе примене ђубрива и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.). Садржај приступачних облика калијума у земљишту значајно се разликовао у зависности од ђубрења. Примена NPK2 и NPK3 довело је до значајно вишег садржаја калијума у односу на контролу, док се садржај применом NPK1 није значајно разликовао од садржаја измереног на контроли (Графикон 18Б). Садржај калијума у земљишту, на парцелама где су NPK ђубрива примењена расипањем по површини земљишта (класично), био је значајно виши у односу на садржај К где су NPK ђубрива примењена путем фертигације, без обзира на удаљеност од капаљке (Графикон 18А).

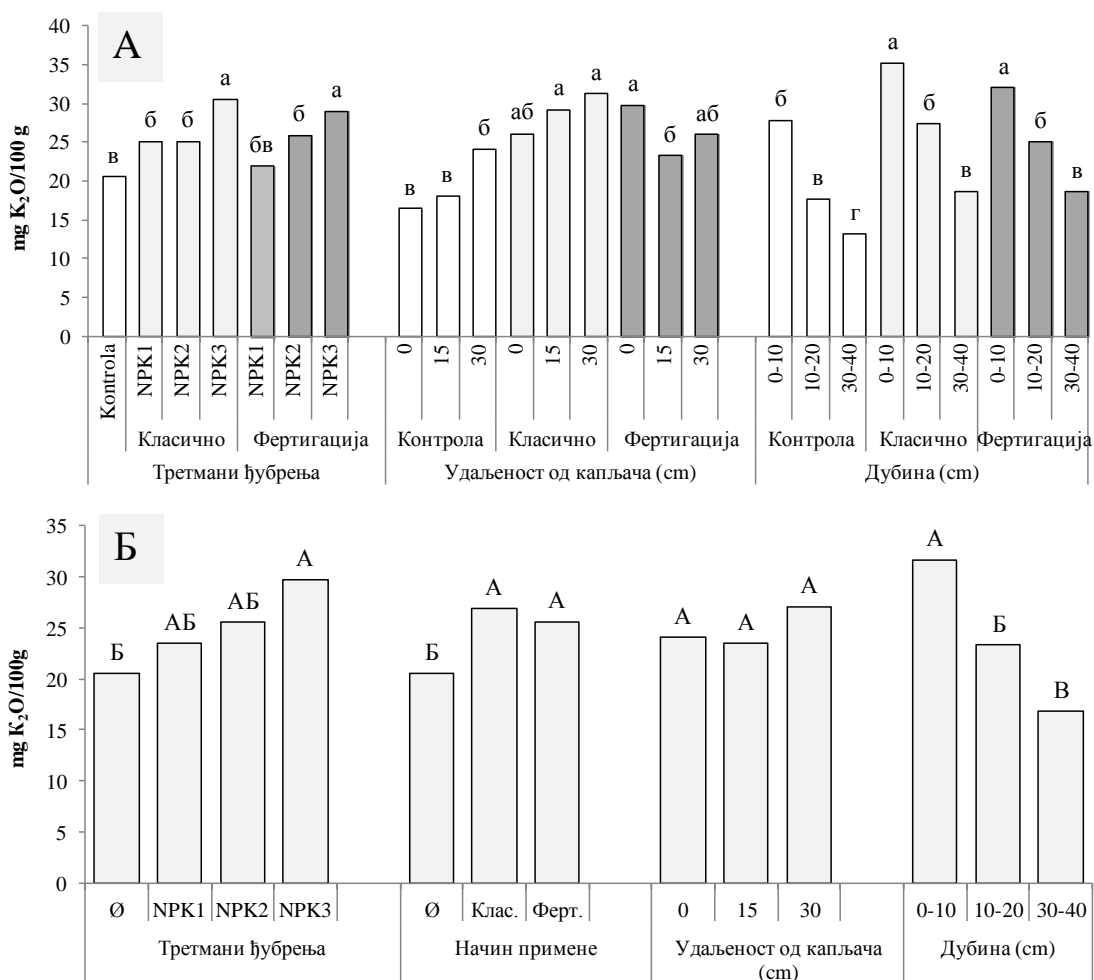


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 18. Садржај приступачног К у зони кореновог система јабуке у 2014. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

Независно од начина примене ђубрива, највиши садржај К измерен је у површинским слојевима земљишта, а најнижи у најдубљем.

Дистрибуција приступачних облика К у зони кореновог система јабуке у 2015. години била је идентична дистрибуцији у 2014., изузев чињенице да се просечан садржај К у зони кореновог система јабуке није значајно разликовао, у зависности од начина примене ђубрива (Графикон 19).

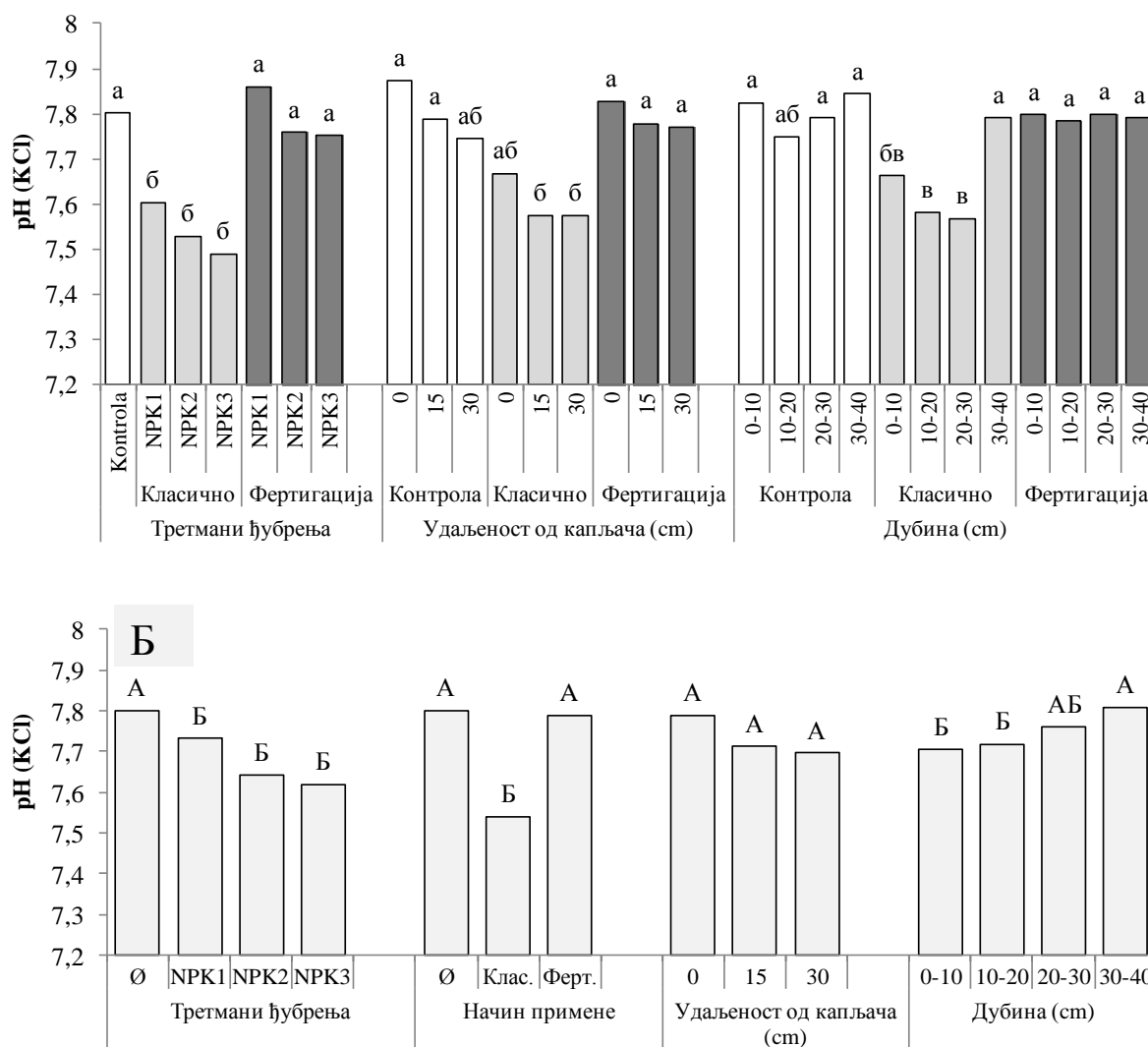


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 19. Садржај приступачног К у зони кореновог система јабуке у 2015. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

У Графикону 20 приказана је рН вредност земљишта у зони кореновог система јабуке у зависности од ђубрења, удаљености од капљаче црева за фертигацију, начина примене ђубрива и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.).

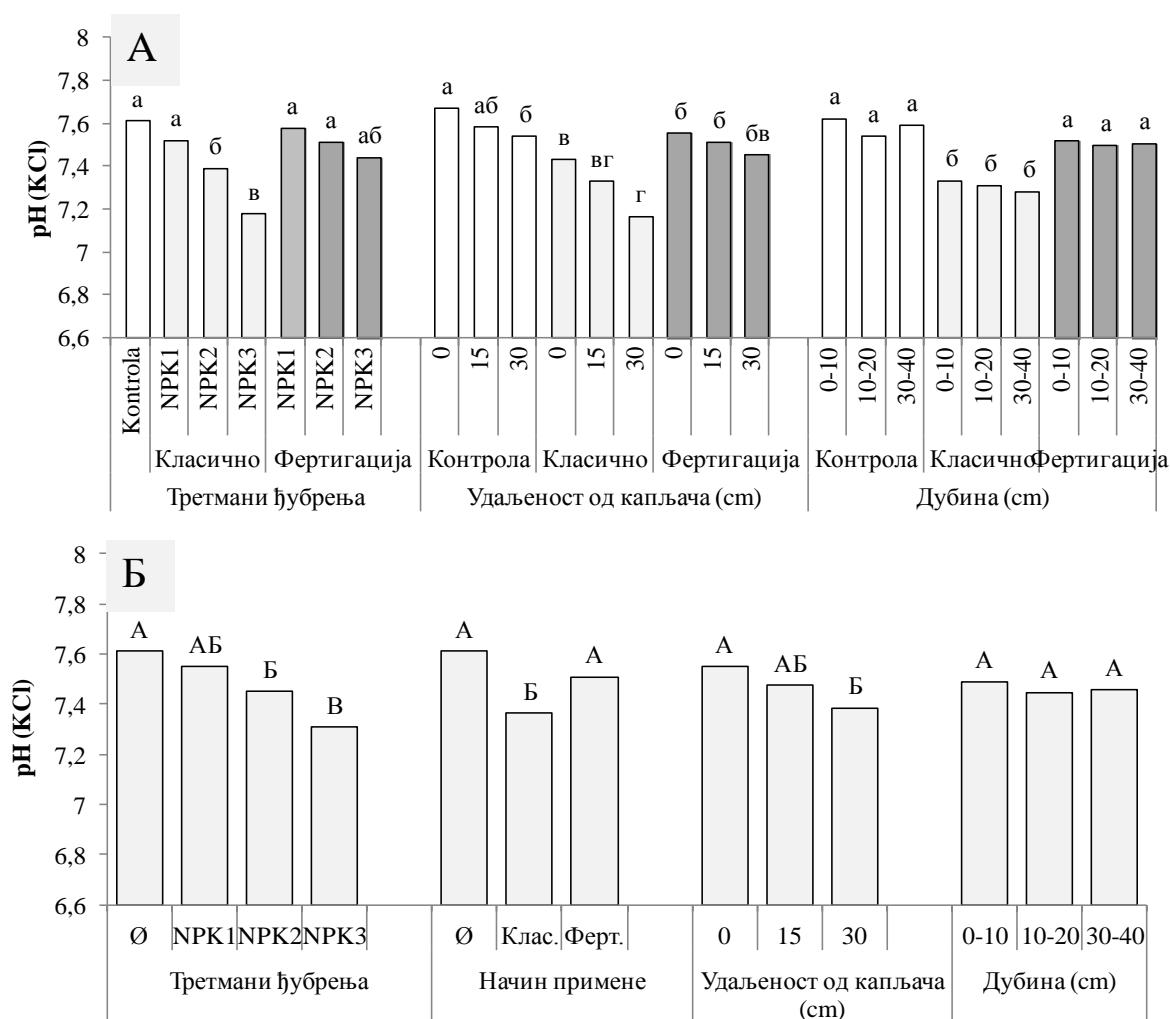
Примена NPK ђубрива путем фертигације није имала утицаја на рН вредност земљишта у зони кореновог система јабуке, док је класична примена ђубрива довела до значајног смањења рН вредности, не само у односу на контролу већ и у односу на земљиште на коме су ђубрива примењена путем фертигације (Графикон 20).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 20. Супституциона киселост земљишта (рН вредност земљишта у KCl) у зони кореновог система јабуке у 2014. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

У другој години истраживања применом NPK ђубрива класичним путем измерена је нижа рН вредност земљишта у односу на контролу и земљиште под утицајем фертигације, као и у првој години истраживања, али су разлике у апсолутним вредностима рН јединица биле двоструко мање (Графикон 21).



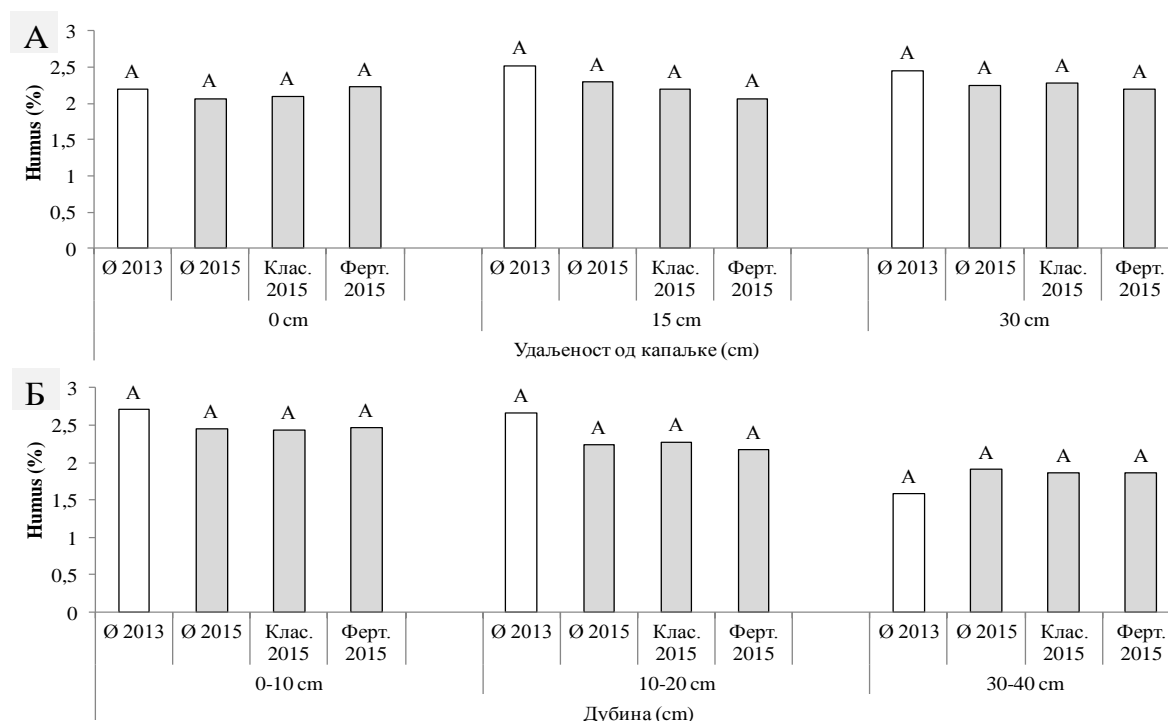
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 21. Супституциона киселост земљишта (pH вредност земљишта у KCl) у зони кореновог система јабуке у 2015. години (А- интеракције, Б-просек третмана).

У обе године истраживања pH вредност се разликовала у зависности од удаљености од капалке. Са повећањем удаљености од капалке pH вредност се смањивала. С друге стране, промена pH вредности по дубини измерена је само у првој години истраживања, када су се дубљи слојеви земљишта одликовали вишом pH вредношћу у односу на површинске, док у другој години разлике по слојевима нису биле статистички значајне (Графикон 21).

6.2.4. Промене у садржај хумуса, рН вредности земљишта и садржаја лакоприступачног фосфора и калијума у зони кореновог система јабуке након две године ђубрења и наводњавања

Садржај хумуса у зони кореновог система јабуке измерен у јесен 2013. године није се значајно разликовао од садржаја измереног у јесен 2015. године, у зависности од удаљености земљишта од капаљке ни дубине слоја (Графикон 22). Иако разлике нису биле статистички значајне, садржај хумуса у површинским слојевима (0-10 cm и 10-20 cm) 2013. год. био је виши у односу на садржај у 2015. год., док у најдубљем слоју (30-40 cm) садржај хумуса из 2013. год био је нижи у односу на садржај у 2015. години, без обзира на начин примене ђубрива. Овакви резултати указују да се десило померање дела органске материје из површинских слојева у дубље слојеве земљишта, због утицаја наводњавања током две године (Графикон 22 Б).



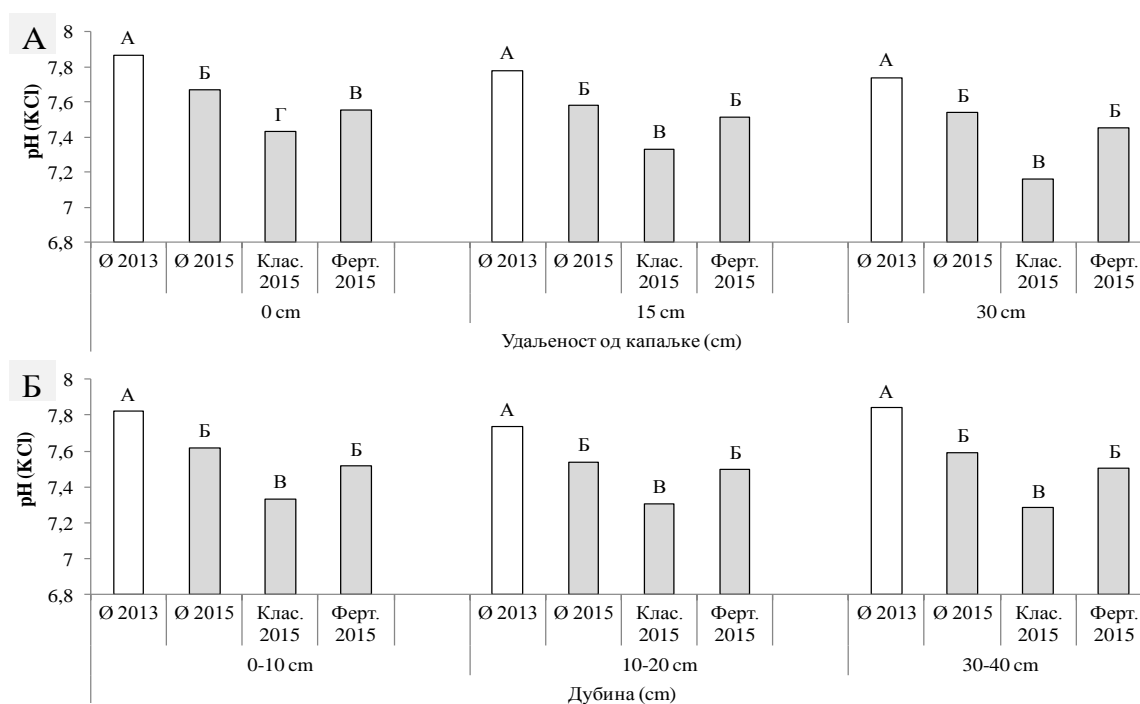
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 22. Садржај хумуса у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа (2013. год., бели стубићи) и након две године ђубрења и наводњавања (2015. год., сиви стубићи) (А- удаљеност од капаљке, Б-дубина слоја).

Супституциона киселост земљишта (рН вредност земљишта у KCl) у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа (2013. год) и након две године

ђубрења и наводњавања (2015. год.), у зависности од дубине слоја земљишта и удаљености од капаљке, приказана је на Графикону 23.

Примена наводњавања и ђубрења током две године довела је до значајног смањења рН вредности зељишта у односу на почетно стање у свим анализираним слојевима и на све три удаљености од капаљке (Графикон 23). Такође, класична примена NPK ђубрива довела је до значајног смањења рН вредности зељишта не само у односу на почетно стање, већ и у односу на контролни третман и примену ђубрива путем фертигације.

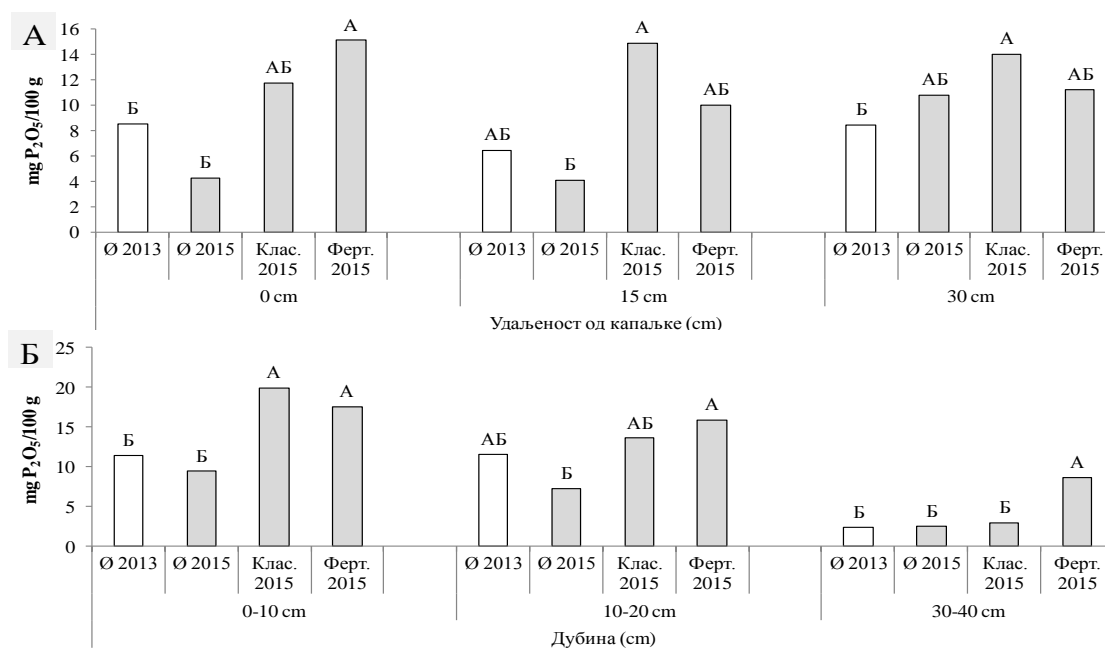


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 23. Супституциона киселост земљишта (рН вредност земљишта у KCl) у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа (2013. год., бели стубићи) и након две године ђубрења и наводњавања (2015. год., сиви стубићи) (А- удаљеност од капаљке, Б-дубина слоја).

Садржај лакоприступачног фосфора у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа и након две године ђубрења и наводњавања (2015. год.) приказан је на Графикону 24. Генерално, примена фосфорних ђубрива, без обзира на начин примене (фертигација или класично), довела је до повећања садржаја приступачног фосфора у односу на почетно стање, међутим разлике нису биле статистички значајне

за све слојеве земљишта и удаљености од капаљке (Графикон 24). Примена фосфора путем фертигације довела је до значајног повећања садржаја лакоприступачног Р у земљишту директно испод капаљке, док већ на 15 cm од капаљке, као и на 30 cm, фертигација није довела до значајног повећања у односу на почетно стање и контролу. С друге стране, класична примена Р довела је до значајног повећања лакоприступачног Р у зони кореновог система јабуке на 15 и 30 cm од капаљке, али не и директно испод капаљке (Графикон 24 А). Посматрано по дубини профила, оба начина примене Р довела су до значајног повећања приступачног фосфора у површинском слоју земљишта (0-10 cm), како у односу на почетно стање, тако и у односу на контролу. У најдубљем слоју земљишта највиши садржај лакоприступачног Р измерен је на третману где је Р примењен путем фертигације, док класична примена није довела до повећања садржаја лакоприступачног Р у односу на почетно стање и контролу (Графикон 24 Б).



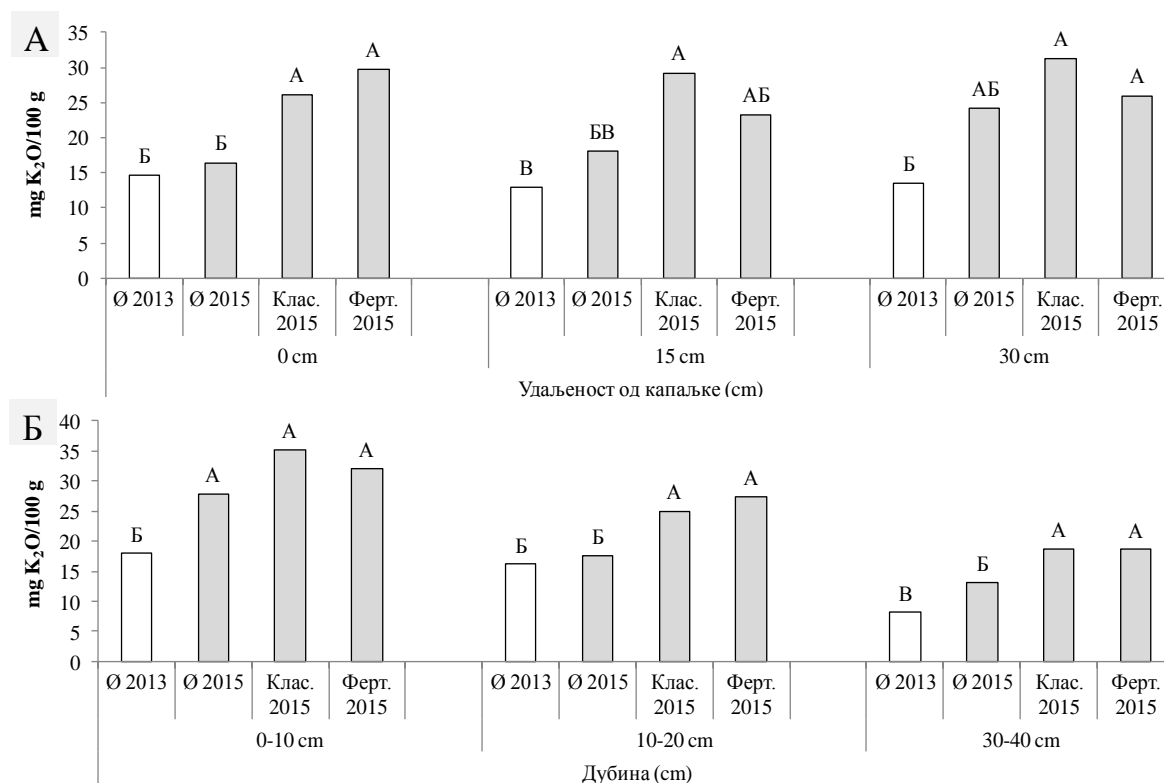
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 24. Садржај лакоприступачног Р у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа (2013. год., бели стубићи) и након две године ђубрења и наводњавања (2015. год., сиви стубићи) (А- удаљеност од капаљке, Б-дубина слоја).

Класична примена К и примена путем фертигације довела је до значајног повећања садржаја К у земљишту испод капаљке, у односу на почетно стање и контролу, док се на удаљености од 15 и 30 cm садржај К у земљишту значајно

разликовао само у односу на почетно стање, али не и у односу на контролу (Графикон 25 А).

Дистрибуција К по дубини била је врло слична дистрибуцији Р, с том разликом да је у најдубљем слоју земљишта (30-40 cm) класична примена и примена К путем фертигације довела до значајно вишег садржаја К у односу на почетно стање и контролу (Графикон 24 Б).



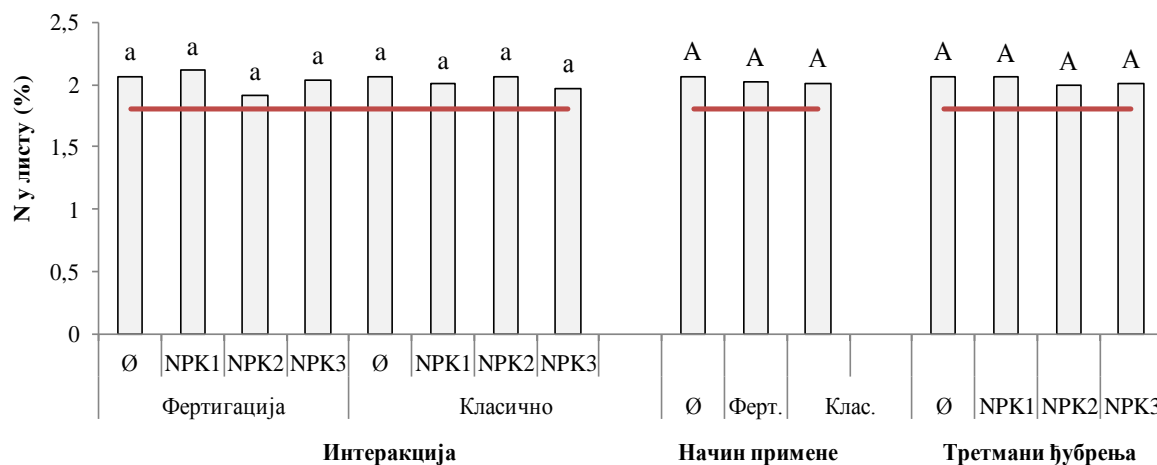
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 25. Садржај лакоприступачног К у зони кореновог система јабуке пре постављања огледа (2013. год., бели стубићи) и након две године ђубрења и наводњавања (2015. год., сиви стубићи) (А- удаљеност од капаљке, Б-дубина слоја).

6.2.5. Садржај макроелемената у листу јабуке

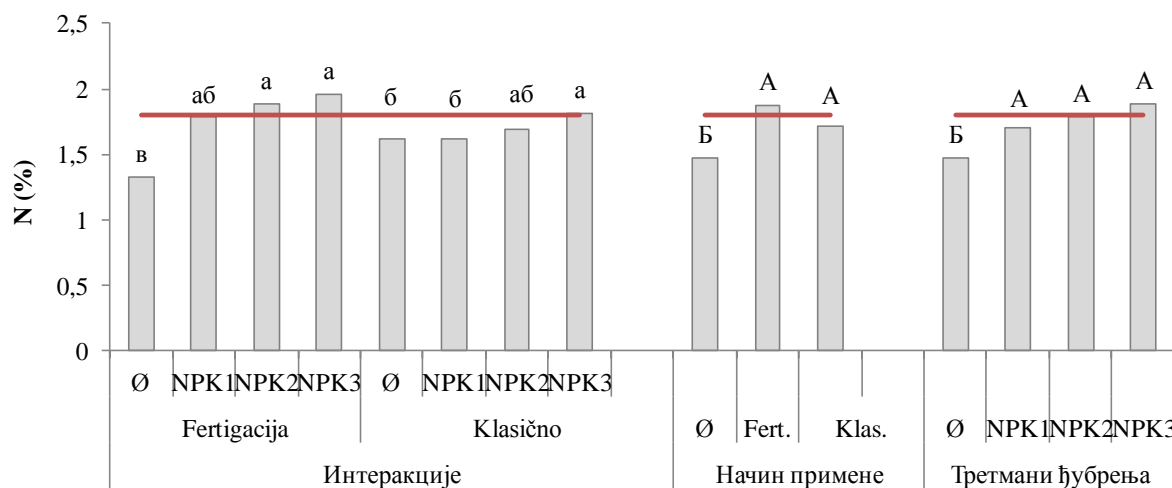
Садржај укупног N у листу јабуке током две године испитивања имао је вредности које су се кретале од 1,33% до 2,12%. У првој години истраживања садржај N био је изнад доње границе оптималне обезбеђености које наводе Ноуинг и сар. (2004) и Bergman, (1992), док је у другој години на појединим третманима ђубрења био нешто нижи у односу на граничне вредности које наводе ова два аутора

(Графикони 26 и 27). У 2014. години, ђубрење није имало утицаја на садржај укупног N у листу јабуке, док је у другој години, код третмана где су примењена NPK ђубрива, измерен значајно виши садржај N у односу на контролу, без обзира на начин примене ђубрива (Графикон 27).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

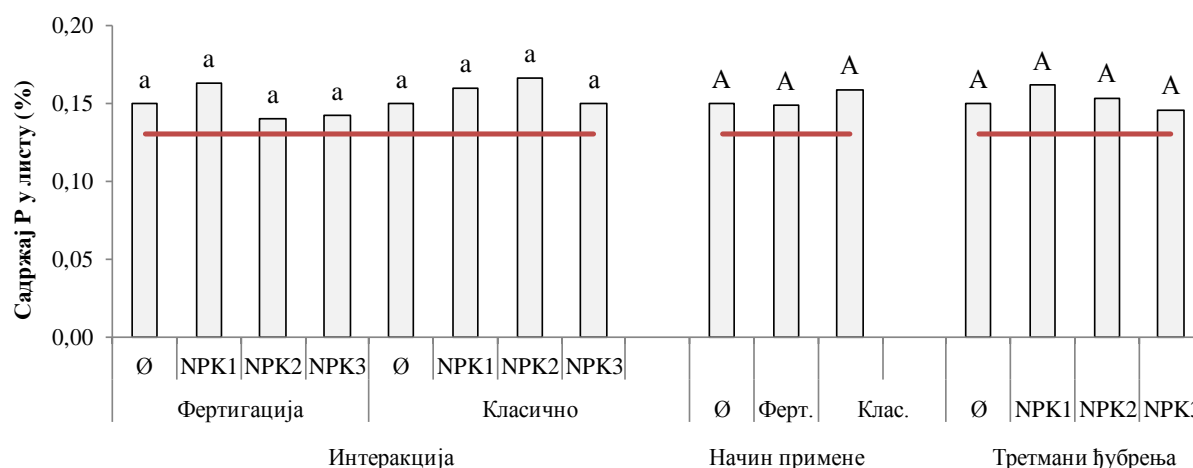
Графикон 26. Садржај N у листу јабуке у 2014. год. (мала слова- интеракције, велика слова-просек третмана).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 27. Садржај N у листу јабуке у 2015. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана).

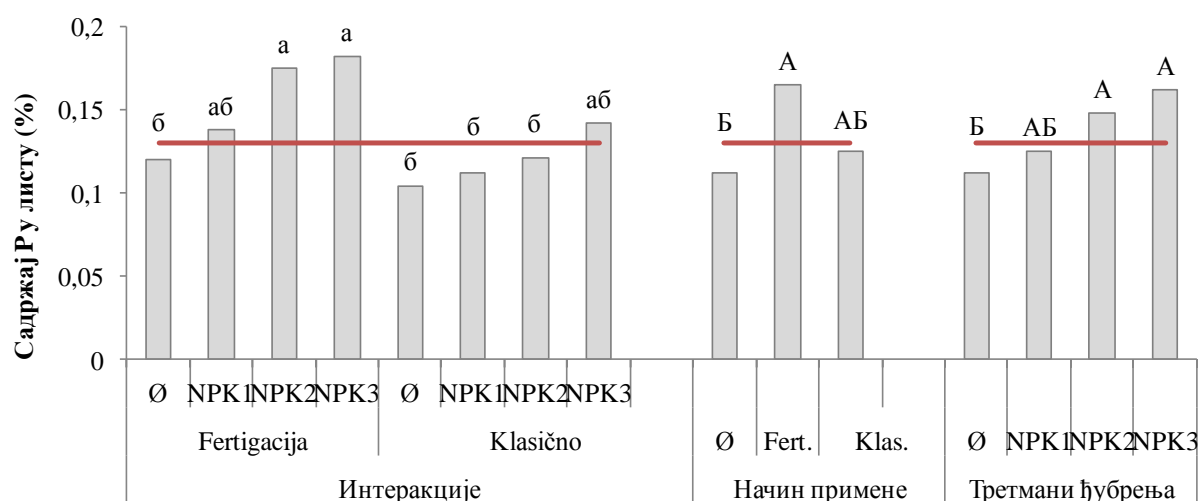
Слично као и у случају N, садржај P у листу јабуке није се значајно разликовао у зависности од начина примене ђубрива у првој години истраживања (Графикон 28). На свим третманима садржај укупног P био је изнад доње границе оптималне обезбеђености, која према Hoуing и сар. (2004) и Bergman, (1992), износи 0,13 % P.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 28. Садржај P у листу јабуке у 2014. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)

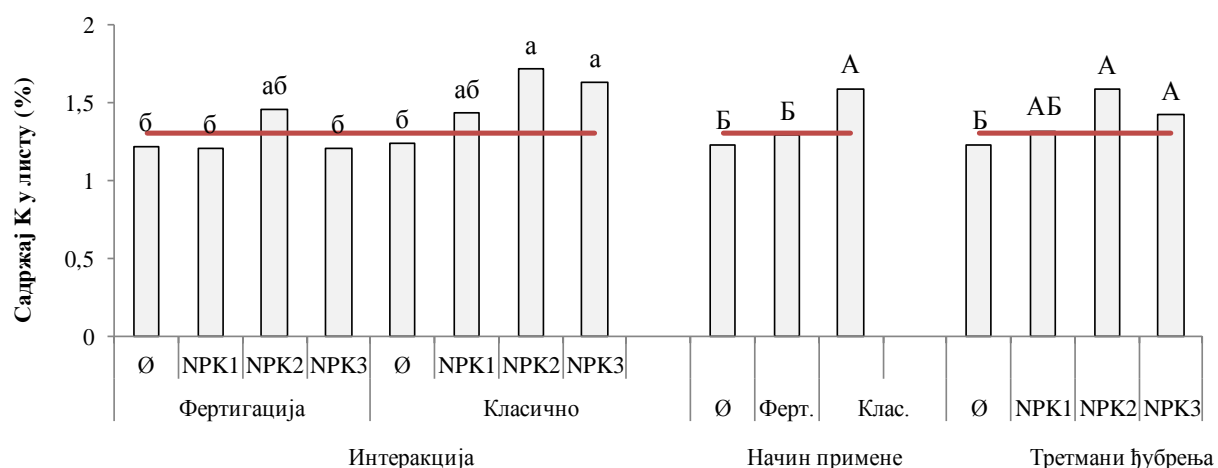
Наредне године, на третманима где су ђубрива примењена путем фертигације (NPK2 и NPK3), измерен је значајно виши садржај укупног P не само у односу на контролни третман, већ и у односу на третмане где су NPK ђубрива примењена растурањем по површини земљишта (класично) (Графикон 29). Посматрано у просеку за све третмане, садржај укупног P у листу јабуке је био нижи класичном применом ђубрива, у поређењу са фертигацијом и контролом, али се није значајно разликовао (Графикон 29), док је примена ђубрива путем фертигације довела до значајно вишег садржаја P у односу на контролу.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

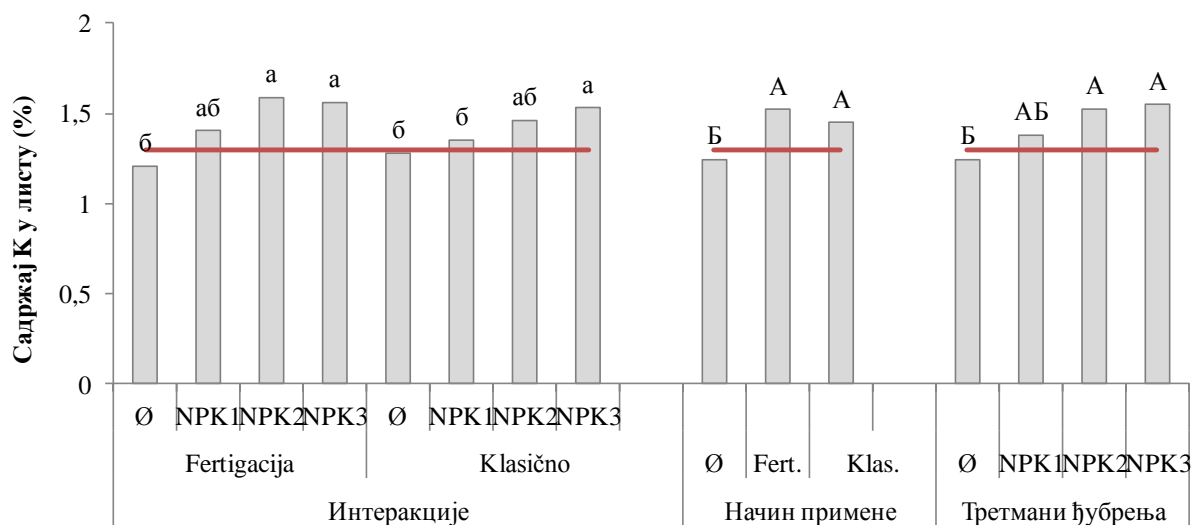
Графикон 29. Садржај Р у листу јабуке у 2015. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)

Садржај укупног К у листу јабуке током две године истраживања кретао се 1,20 до 1,50% K_2O , односно у обе године био је на нивоу доње границе оптималне обезбеђености која је према Hoуing и сар. (2004) и Bergman, (1992) износи 1,30 % К (Графикон 30 и 31). У првој години истраживања класична примена ђубрива довела је до значајног повећања К у листу јабуке, док се садржај К на третманима где су ђубрива примењена путем фертигације није значајно разликовао у односу на контролу. Са друге стране, у другој години истраживања, оба начина примене NPK ђубрива довела су до значајног повећања садржаја калијума у листу јабуке у односу на контролу. У обе године истраживања, значајно виши садржај К, у односу на контролу, измерен је на третманима NPK2 и NPK3, без обзира на начин примене. Такође, годишња примена од 60 kg $K_2O ha^{-1}$ (третман NPK1) није довела до повећања садржаја К у листу јабуке ни у једној, години истраживања (Графикони 30 и 31).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 30. Садржај К у листу јабуке у 2014. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

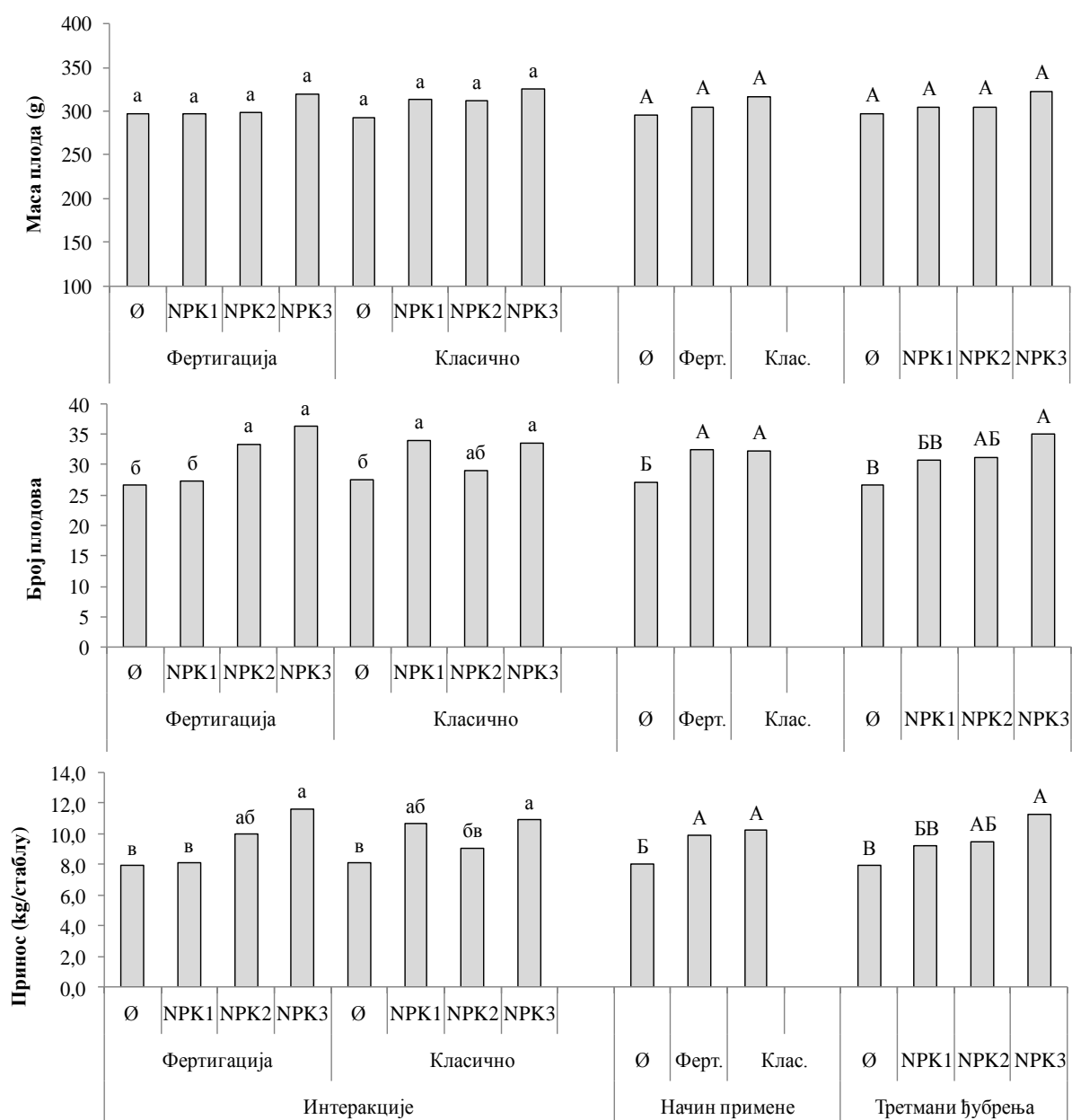
Графикон 31. Садржај К у листу јабуке у 2015. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)

6.2.6. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке у огледу са макроелементима

Просечна маса плода јабуке у првој години истраживања није се значано разликовала, у зависности од дозе и начина примене ђубрива. Просечна маса плода кретала се од 288 до 322 g (Графикон 32). Број плодова по стаблу јабуке кретао се од 26,6 до 36,4. На третманима NPK2 и NPK3 измерен је значајно већи број плодова у односу на контролу при чему између начина примене ових третмана није било статистички значајних разлика (Графикон 32). Такође, на оба третмана измерен је и значајно већи укупан принос јабуке (9,50 kg/ стаблу на третману NPK2 и 11,27 kg/ стаблу на третману NPK3) у односу на контролу (7,90 kg/стаблу). У првој години истраживања начин примене NPK ђубрива није довео до статистички значајних разлика у погледу просечне масе плода, укупног број плодова по стаблу и укупног приноса јабуке (Графикон 32).

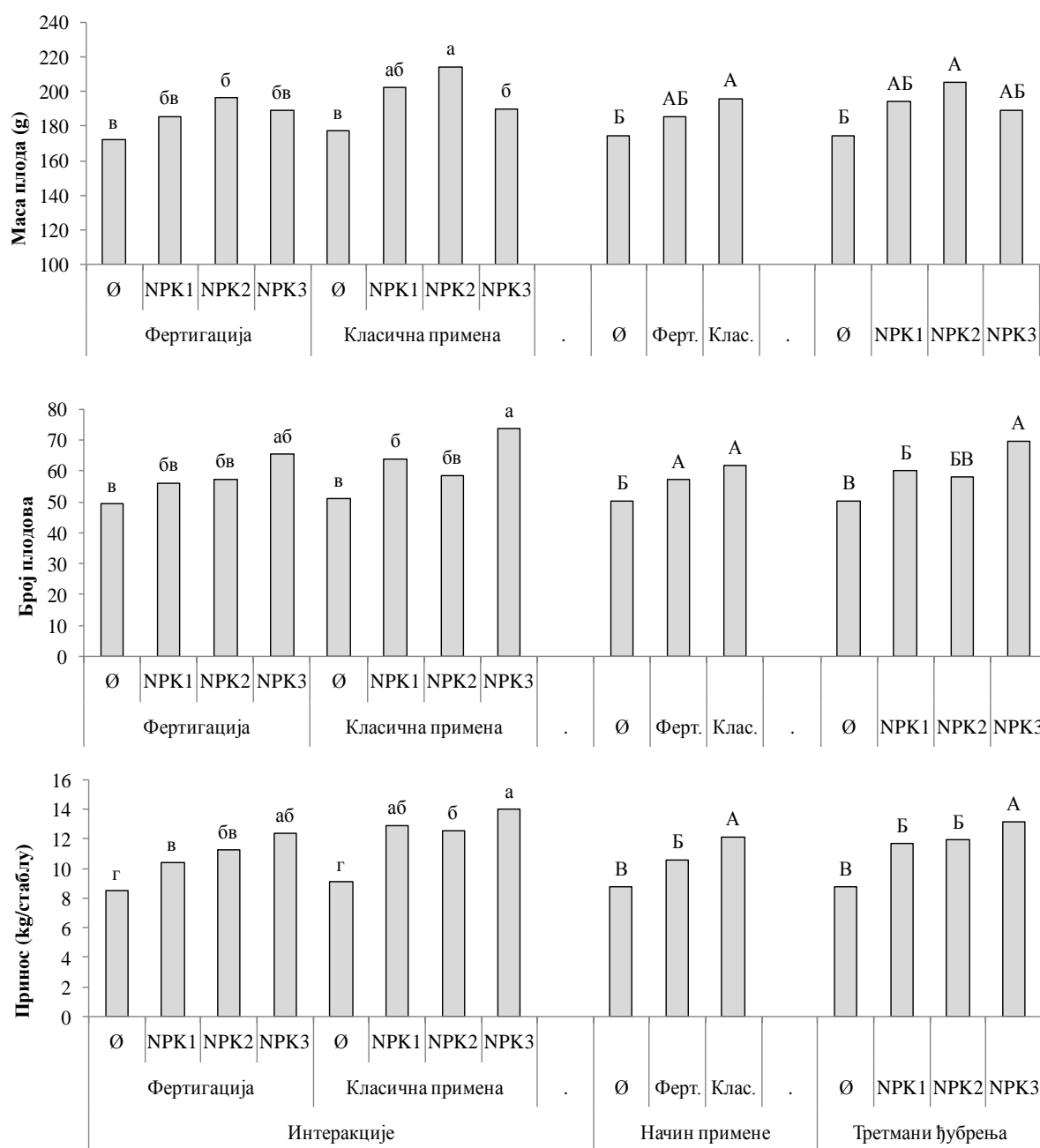
У другој години истраживања (2015. год.), просечна маса плода била је приближно 30% мања, у односу на претходну годину, и кретала се од 172 g до 214 g, док су оба начина примене ђубрива довела до значајног повећања броја плодова по стаблу јабуке у односу на контролу. На сва три третмана ђубрења измерена је већа маса плода јабуке, међутим статистички значајно већа разлика у односу на контролу измерена је само на третману NPK2 (Графикон 33). У другој години истраживања, класична примена ђубрива довела је до значајно веће масе плода у односу на контролу, али не и у односу на третман где су ђубрива примењена путем фертигације. Укупан број плодова по стаблу јабуке био је готово двоструко већи, у односу на претходну годину истраживања, и кретао се од 49,3 (контрола) до 73,7 (NPK3), при чему је код оба начина примене највећи број плодова измерен на третману NPK3.

У 2015. години измерен је већи принос у односу на претходну годину. Највећи принос јабуке измерен је применом NPK3 класичним путем (14,01 kg/стаблу), док је најнижи принос измерен на контролним третманима (8,49, односно 8,79 kg /стаблу). Оба начина примене ђубрива довела су до значајног повећања приноса у односу на контролу, при чему је принос на третманима са класичном применом ђубрива био значајно виши у односу на примену путем фертигације (Графикон 33).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите (p<0,05).

Графикон 32. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке у 2014. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 33. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке у 2015. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана).

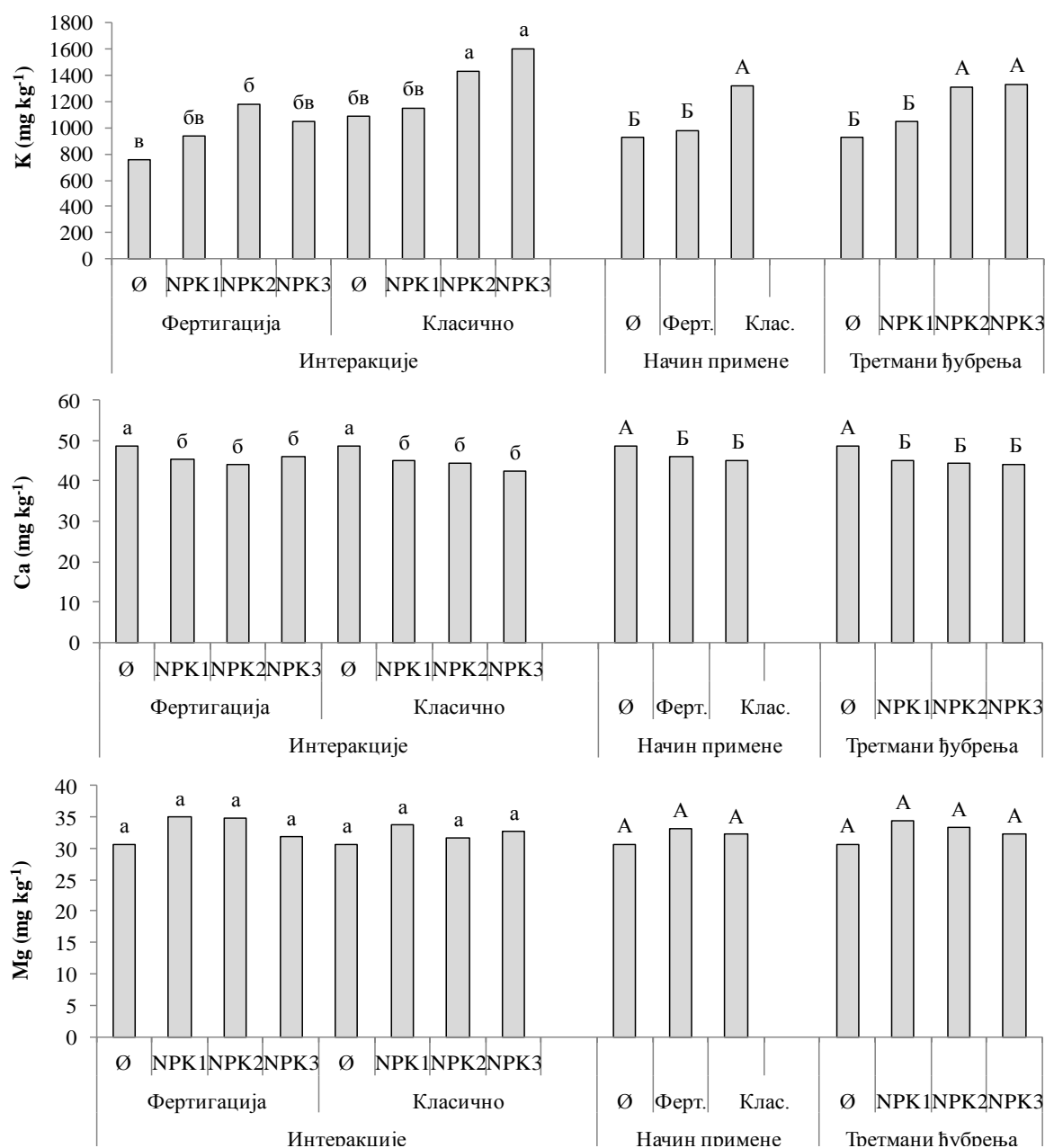
6.2.7. Садржај калијума, калцијума и магнезијума у плоду јабуке

Укупан садржај К, Са и Mg у свежој маси плода јабуке у 2014. години приказан је у Графикону 34. Садржај К у свежој маси плода јабуке кретао се од $750 \text{ mg K}_2\text{O kg}^{-1}$ до $1600 \text{ mg K}_2\text{O kg}^{-1}$. Класична примена ђубрива довела је до значајног повећања К у плоду јабуке на третманима NPK2 и NPK3, како у односу на контролу тако и у односу на сва три третмана ђубрења путем фертигације (Графикон 34). С друге стране, примена NPK ђубрива, без обзира на начин примене, довела је до смањења садржаја Са у плоду јабуке у односу на контролу. Најнижи садржај Са у свежој маси плода јабуке ($42,5 \text{ mg Ca kg}^{-1}$), измерен је код третмана где је измерен највиши садржај К (NPK3, класична примена), док је највиши садржај Са измерен на контроли ($48,6 \text{ mg Ca kg}^{-1}$).

Садржај Mg у свежој маси плода јабуке у првој години истраживања кретао се од $30,1 \text{ mg Mg kg}^{-1}$ до $34,9 \text{ mg Mg kg}^{-1}$. Није утврђена значајна разлика, у зависности од третмана и начина примене ђубрива (Графикон 34).

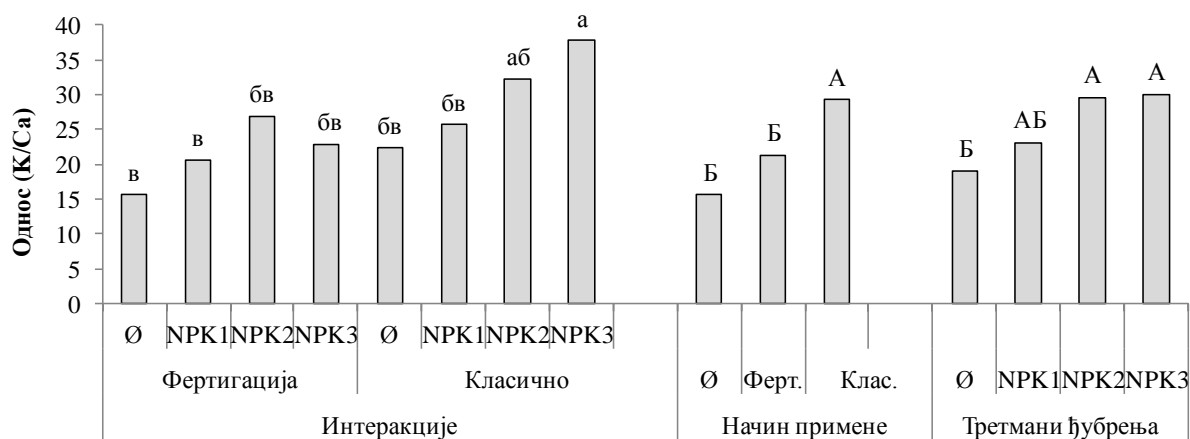
Поред укупног садржаја К, Са и Mg у свежој маси плода јабуке, одређен је и однос између укупног садржаја К и Са. Однос између садржаја та два елемента омогућава да се сагледа у којој мери су плодови погодни за чување у хладњачама. Шири однос указује на већу осетљивост физиолошких обољења, на првом месту горких пега, а самим тим плодови су мање погодни за чување, и обрнуто. Сматра се да уколико је однос између та два елемента <25 , не постоји опасност од развијања физиолошких обољења током чувања, као што су горке пеге (Gvozdrenović, 1998).

У првој години истраживања однос између укупног садржаја К и Са у свежој маси плода јабуке кретао се од 15,58 до 37,79. Најшири однос измерен је у плодовима на третманима NPK2 и NPK3, који су примењени растурањем по парцели (класично), док је најужи однос измерен на контроли (Графикон 35). Класична примена ђубрива довела је до ширег односа К/Са у односу на примену путем фертигације, као и у односу на контролу.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите (p<0,05).

Графикон 34. Садржај К, Са и Мг у свежој маси плода јабуке у 2014. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана).



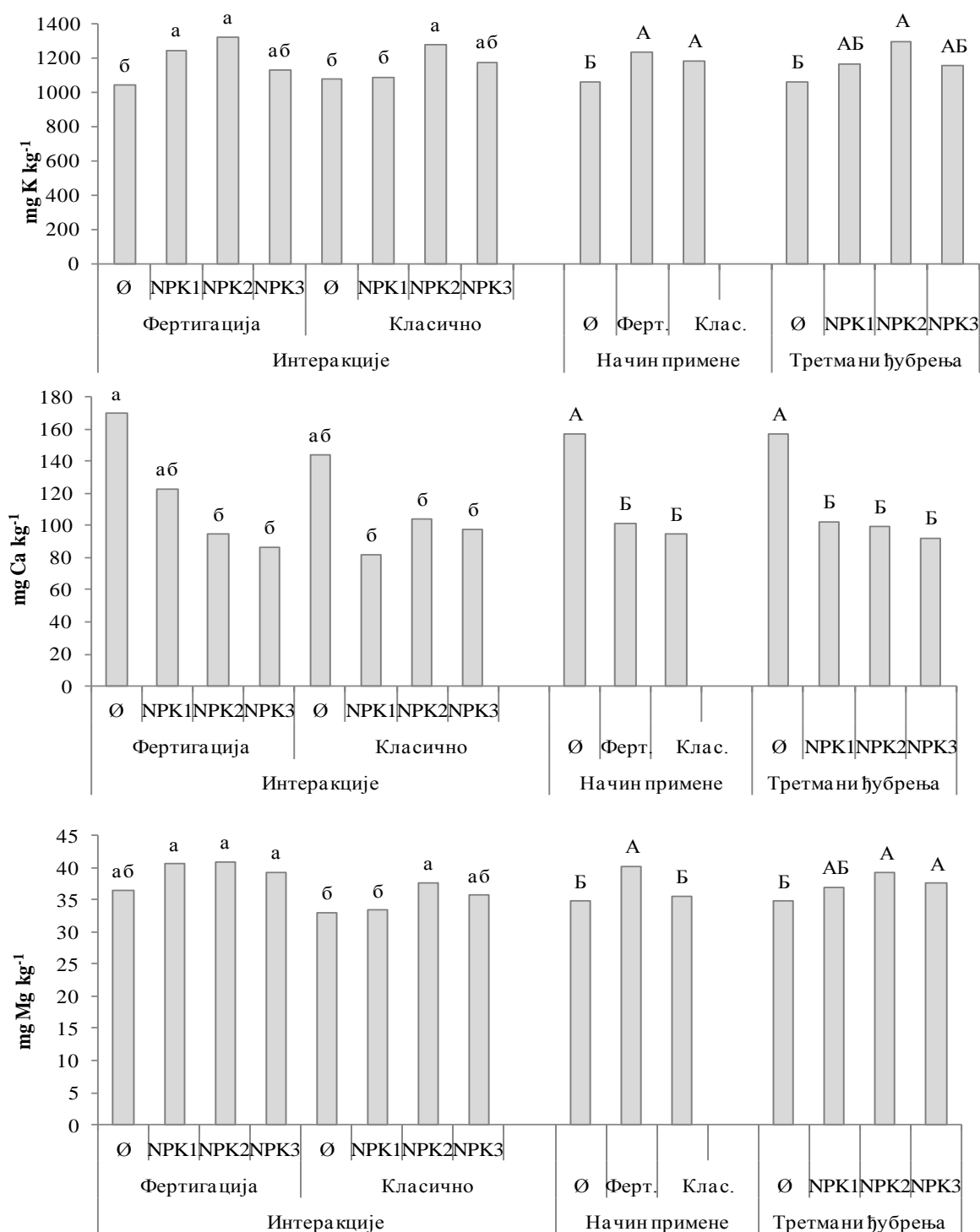
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 35. Однос између садржаја К и Са у свежој маси плода јабуке у 2014. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)

У Графикону 36 приказан је укупан садржај К, Са и Mg у свежој маси плода јабуке у 2015. години. Садржај К кретао се од 1041 до 1322 mg K kg⁻¹. За разлику од претходне године, примена NPK ђубрива довела је до значајног повећања садржаја К у плоду јабуке, у односу на контролни третман, без обзира на начин примене. Истовремено, разлике између два начина примене нису биле статистички значајне. Највиши садржај К, значајно виши у односу код контроле, измерен је код третмана NPK2, док се садржај К код друга два третмана ђубрења, иако виши у односу код контроле, није се значајно разликовао (Графикон 36).

Слично као и у претходној години, садржај Са је био највиши на третманима на којима је измерен најнижи садржај К (контролни третман без примене NPK ђубрива), а најнижи на третману NPK3, где је примењена највиша доза К. У 2015. години истраживања измерен је приближно два пута виши садржај Са у односу на 2014. годину, и кретао се од 81,7 mg Са kg⁻¹ до 169 mg Са kg⁻¹. Оба начина примене NPK ђубрива довела су до значајног смањења садржаја Са у плоду јабуке.

Примена NPK ђубрива имала је позитиван утицај на садржај Mg у плоду јабуке. Примена ђубрива путем фертигације довела је до значајног повећања садржаја Mg у плоду јабуке, не само у односу на контролу, већ и у односу на класичну примену ђубрива где је садржај Mg био на нивоу контроле (Графикон 36).

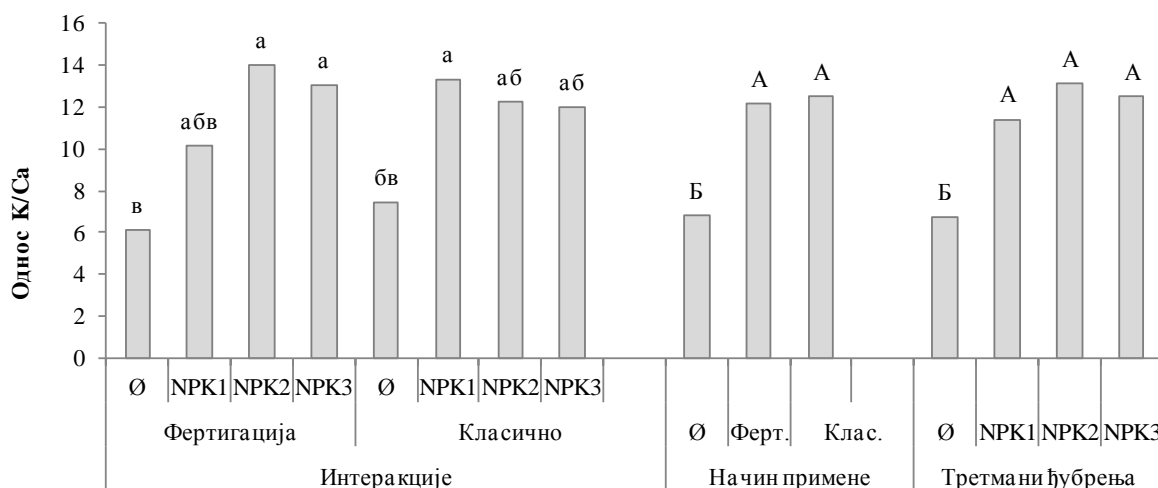


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 36. Садржај К, Са и Mg у свежој маси плода јабуке у 2015. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана).

У другој години истраживања однос између укупног садржаја К и Са у свежој маси плода јабуке кретао се од 6,14 до 14,01, што је двоструко мање у односу на претходну

годину. Код сва три третмана ђубрења, измерен је значајно шири однос у односу на контролу, међутим ни са једним третманом ђубрења, без обзира на начин примене, однос К/Са није био већи од 25, што није био случај у претходној години. Посматрано у просеку, однос К/Са није се значајно разликовао између два начина примене ђубрива (Графикон 37).

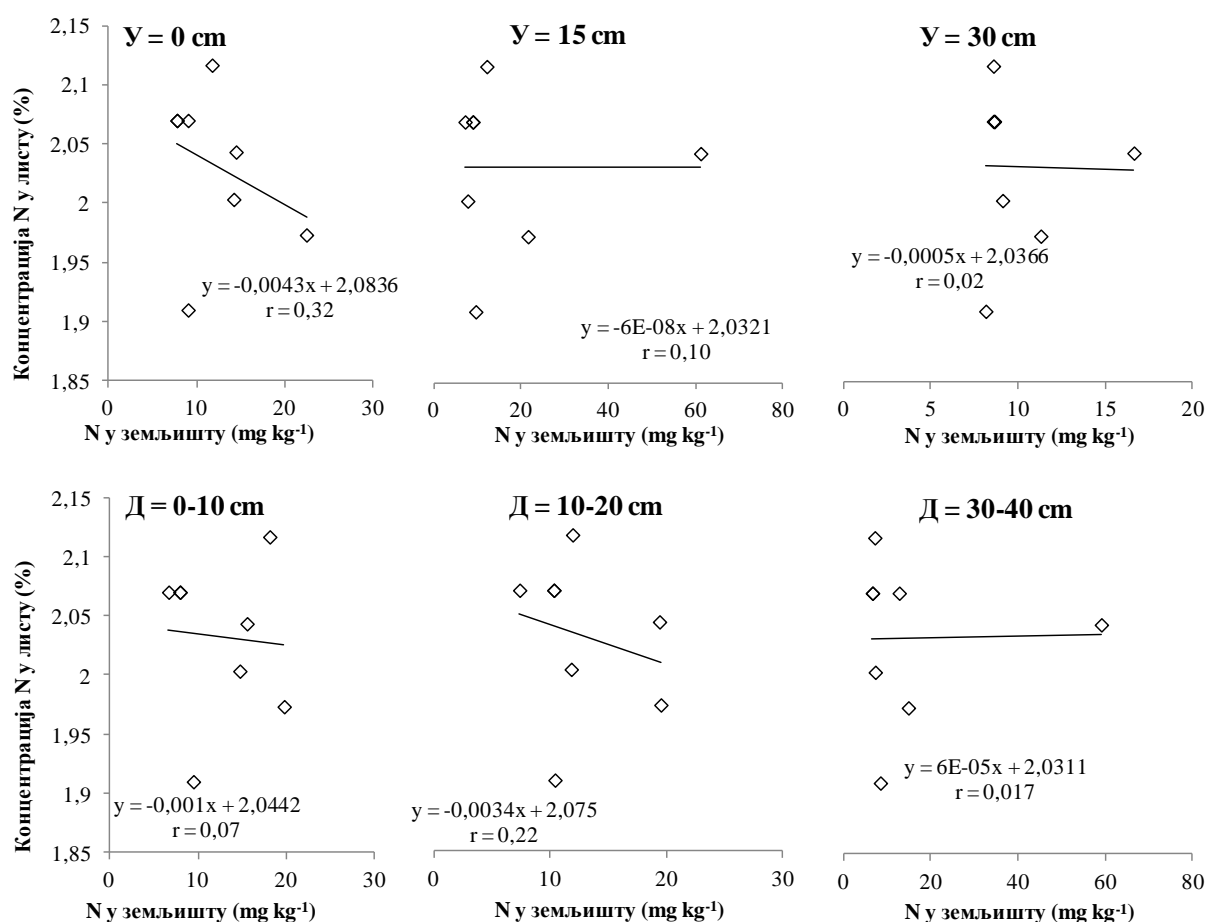


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 37. Однос између садржаја К и Са у свежој маси плода јабуке у 2015. год. (мала слова- интеракције, велика слова- просек третмана)

6.2.8. Коefицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N, P и K у листу јабуке, и садржаја приступачних облика N, P и K у земљишту

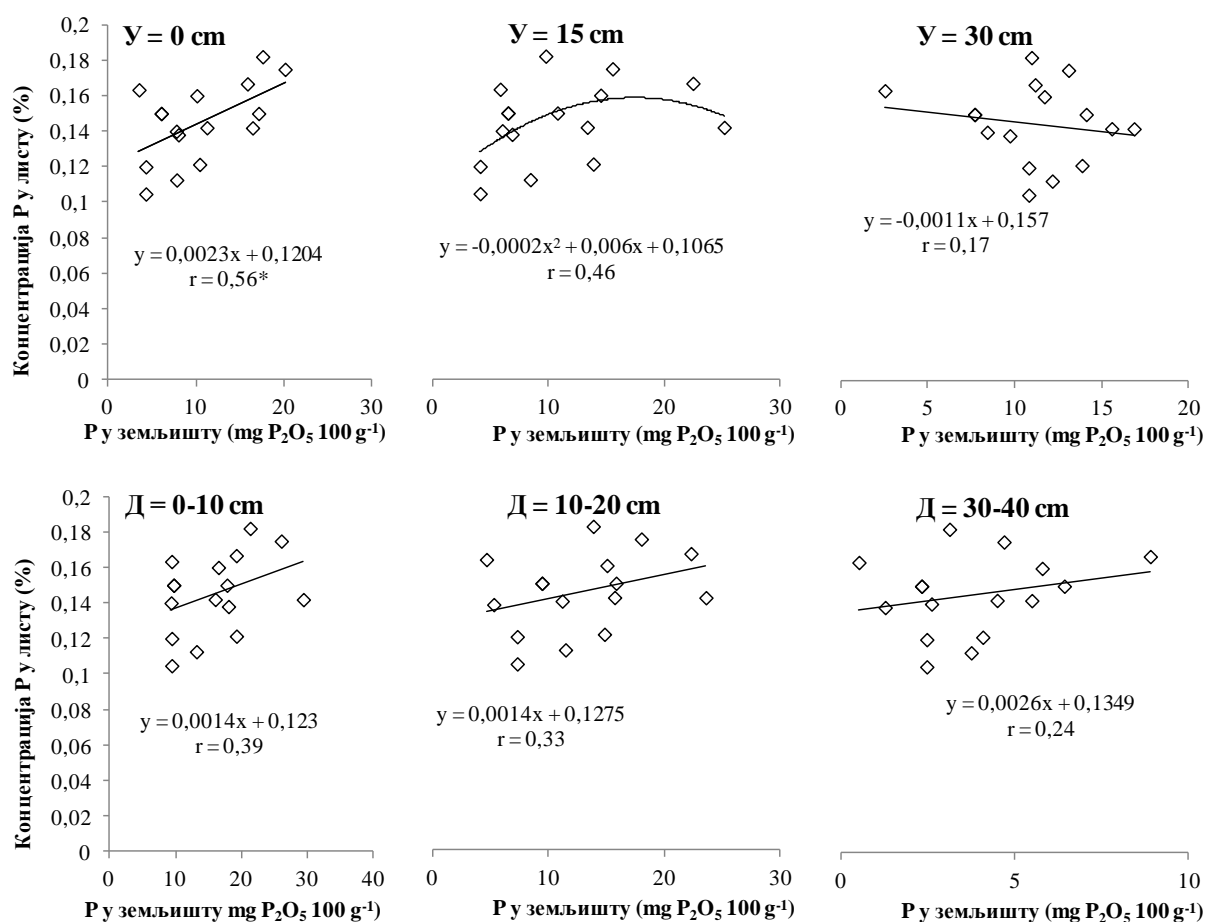
У Графикону 38 приказане су једначине регресије и коefицијенти корелације између садржаја укупног N у листу јабуке и садржаја минералних облика N ($\text{NO}_3\text{-N}$ и $\text{NH}_4\text{-N}$) у земљишту, на различитој дубини и удаљености од капаљке. Између садржаја минералног N у земљишту и укупног садржаја N у листу није постојала позитивна корелација, без обзира на удаљеност од капаљке или дубину слоја земљишта.



* Коefицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коefицијент корелације; r_s , Spearmanov коefицијент корелације.

Графикон 38. Коefицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N у листу јабуке и садржаја минералних облика N у земљишту на различитој удаљености од капаљке (Y) и дубини слоја (D).

У Графикону 39 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја укупног Р у листу и садржаја приступачних облика Р у земљишту, на различитој удаљености од капаљке и дубини слоја. Коефицијенти корелације између садржаја Р у листу и земљишту нису били статистички значајни, изузев коефицијента корелације између просечног садржаја лакоприступачног Р у земљишту, непосредно испод капаљке, и укупног садржаја Р у листу јабуке.

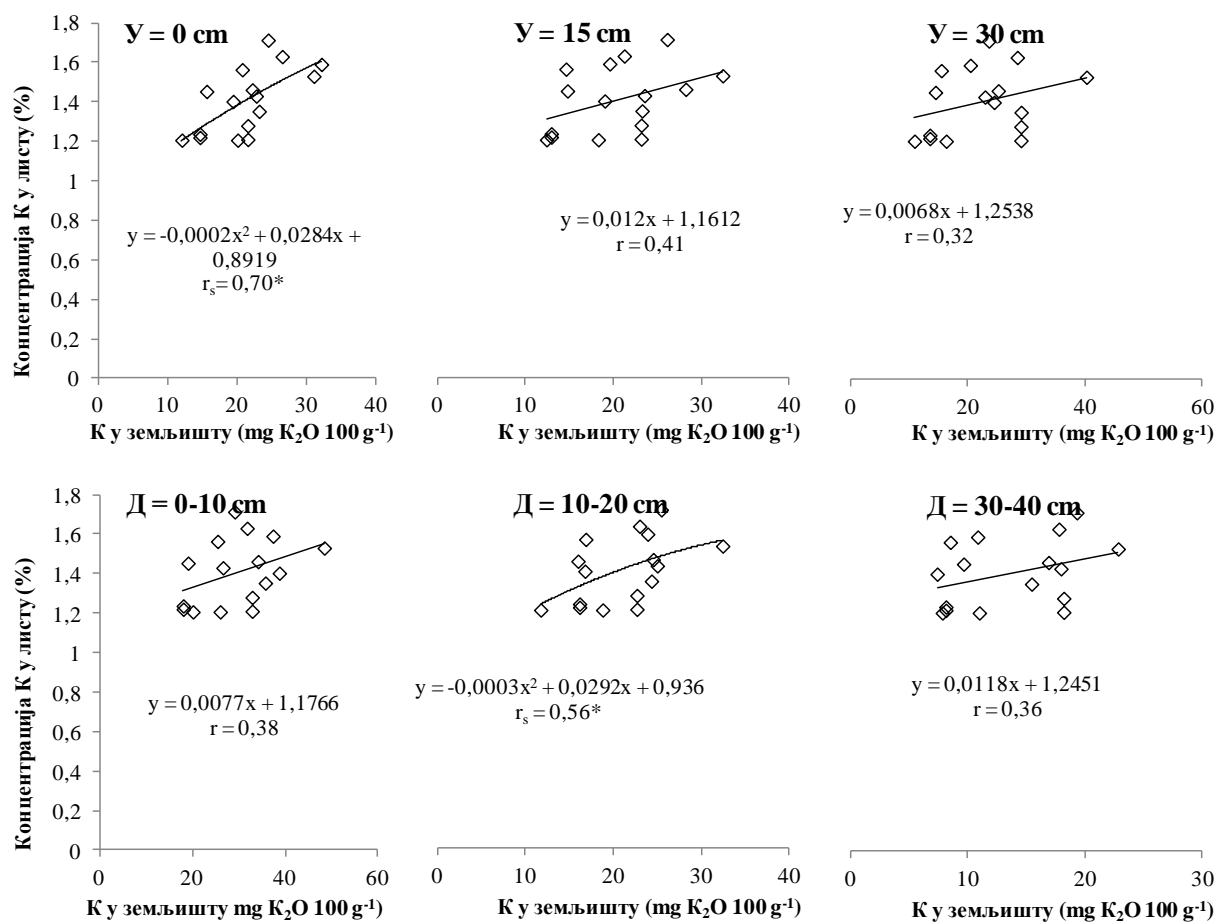


* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonов коефицијент корелације; r_s , Spearmanов коефицијент корелације.

Графикон 39. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја Р у листу јабуке и садржаја приступачних облика Р у земљишту на различитој удаљености од капаљке (Y) и дубини слоја (D).

Садржај укупног К у листу јабуке био је у позитивној корелацији са садржајем у земљишту, међутим статистички значајни коефицијенти корелације постојали су

само између садржаја лакоприступачног К у земљишту, директно испод капалке, и у слоју земљишта на дубини 10-20 cm (Графикон 40).

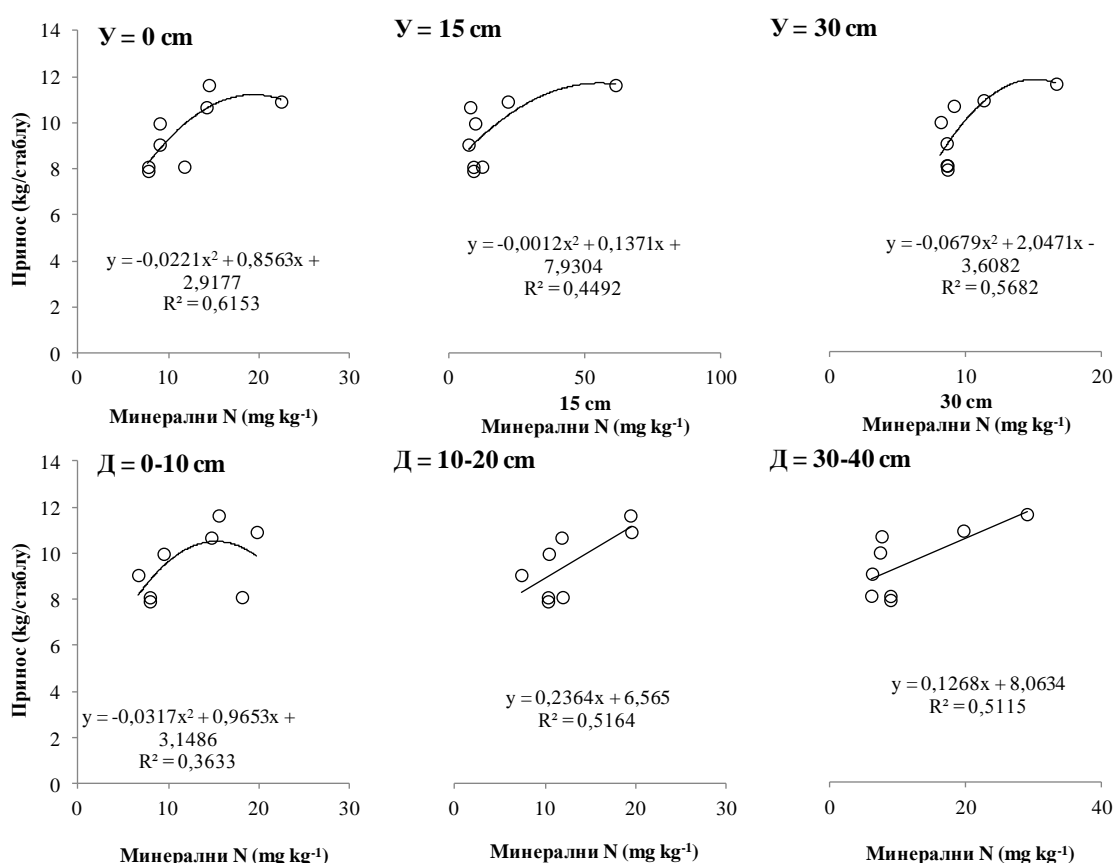


* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 40. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја К у листу јабуке и садржаја приступачних облика К у земљишту на различитој удаљености од капалке (У) и дубини слоја (Д).

6.2.9. Коefицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја приступачних облика N, P и K у земљишту

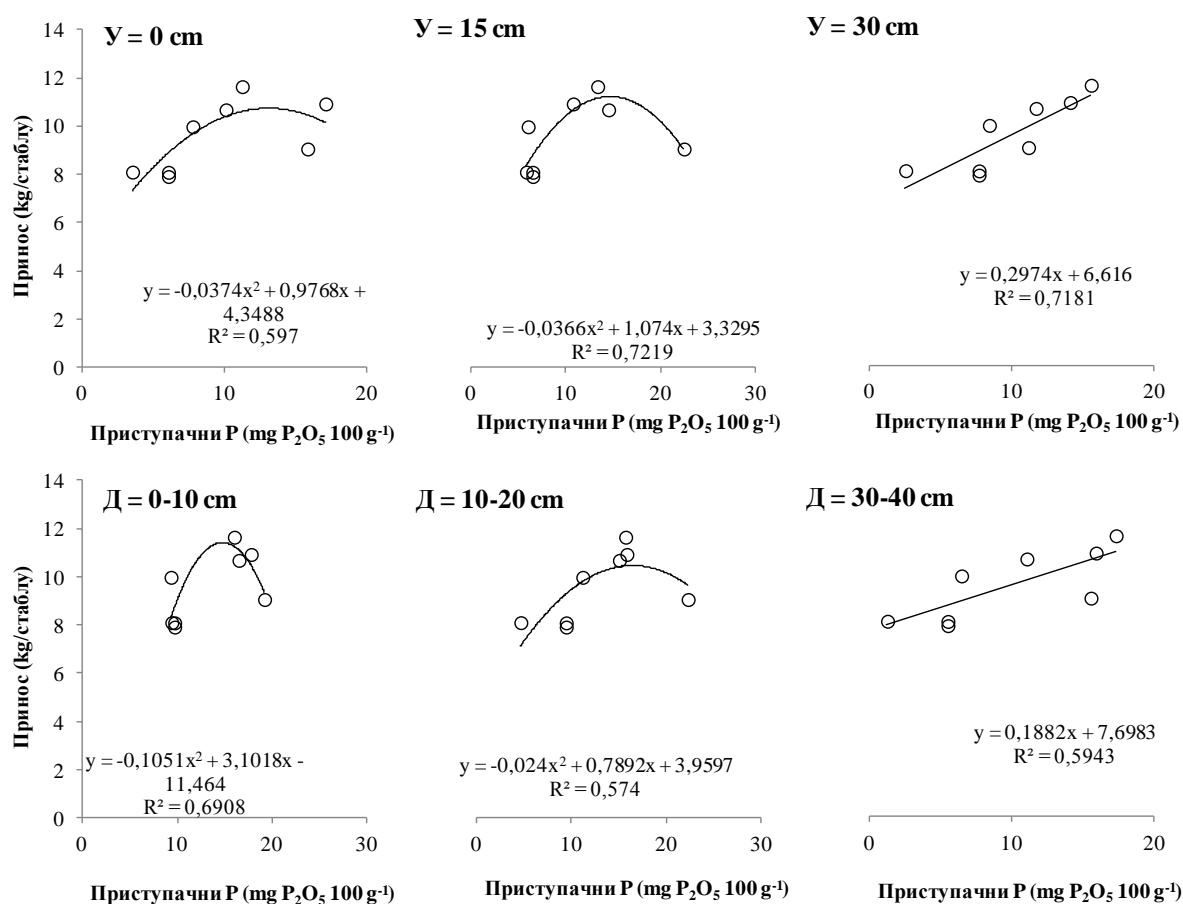
У Графикону 41 приказани су коefицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја минералних облика N у земљишту, на различитој удаљености од капаљке и дубини слоја земљишта. Између укупног приноса и садржаја минералних облика N у земљишту постојала је позитивна корелација, с релативно високим коefицијентма. Међутим, статистички значајан коefицијент корелације био је само између садржаја минералних облика N, који је измерен у земљишту директно испод капаљке, и укупног приноса јабуке. Такође, укупан принос јабуке био је у значајној позитивној корелацији са садржајем минералног N у слојевима земљишта 10-20 cm и 30-40 cm.



* Коefицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коefицијент корелације; r_s , Spearmanov коefицијент корелације.

Графикон 41. Коefицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја минералних облика N у земљишту на различитој удаљености од капаљке (Y) и дубини слоја (D).

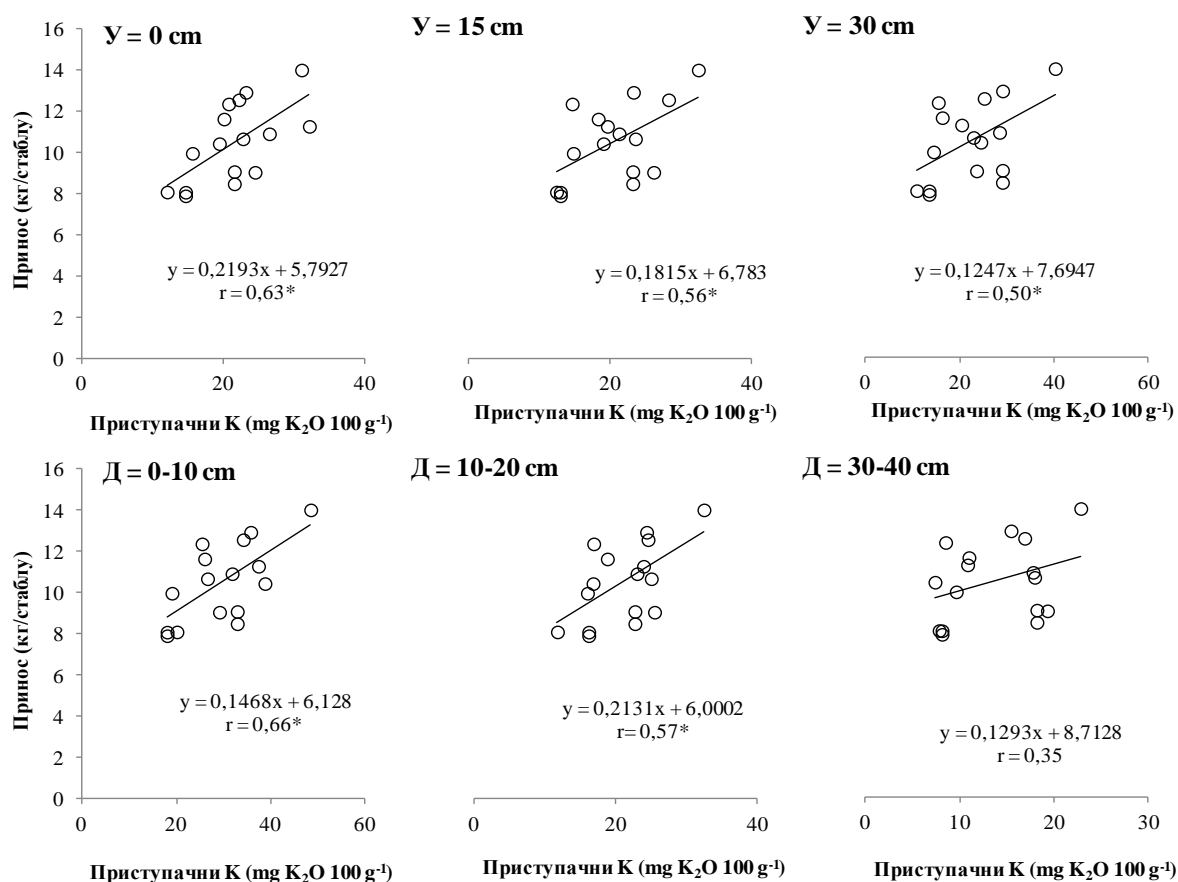
У Графикону 42 приказани су коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја лакоприступачних облика Р у земљишту, у зависности од удаљености од капаљке и дубине слоја земљишта. Укупан принос јабуке био је у квадратној зависности са садржајем приступачног Р у земљишту, директно испод капаљке и на удаљености 15 cm од капаљке, и линерној, са садржајем Р у земљишту на удаљности од 30 cm од капаљке. Такође, постојала је јака позитивна веза, али не и статистички значајна, између садржаја приступачног Р у слоју земљишта 0-10 cm. Са друге стране, коефицијенти корелације између садржаја Р у слојевима земљишта 10-20 cm и 30-40 cm били су позитивни и статистички значајни.



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s, Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 42. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја приступачних облика Р у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).

У Графикону 43 приказани су коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја лакоприступачних облика К у земљишту, у зависности од удаљености од капаљке и дубине слоја земљишта. Укупан принос јабуке био је у линеарној зависности са садржајем приступачних облика К у земљишту на све три удаљености од капаљке. Такође, постојала је значајна позитивна линеарна корелација између укупног приноса и садржаја К у слојевима земљишта 0-10 cm и 10-20 cm. С друге стране, укупан принос није био у корелацији са садржајем К у најдубљем слоју земљишта, као што је то био случај код Р.

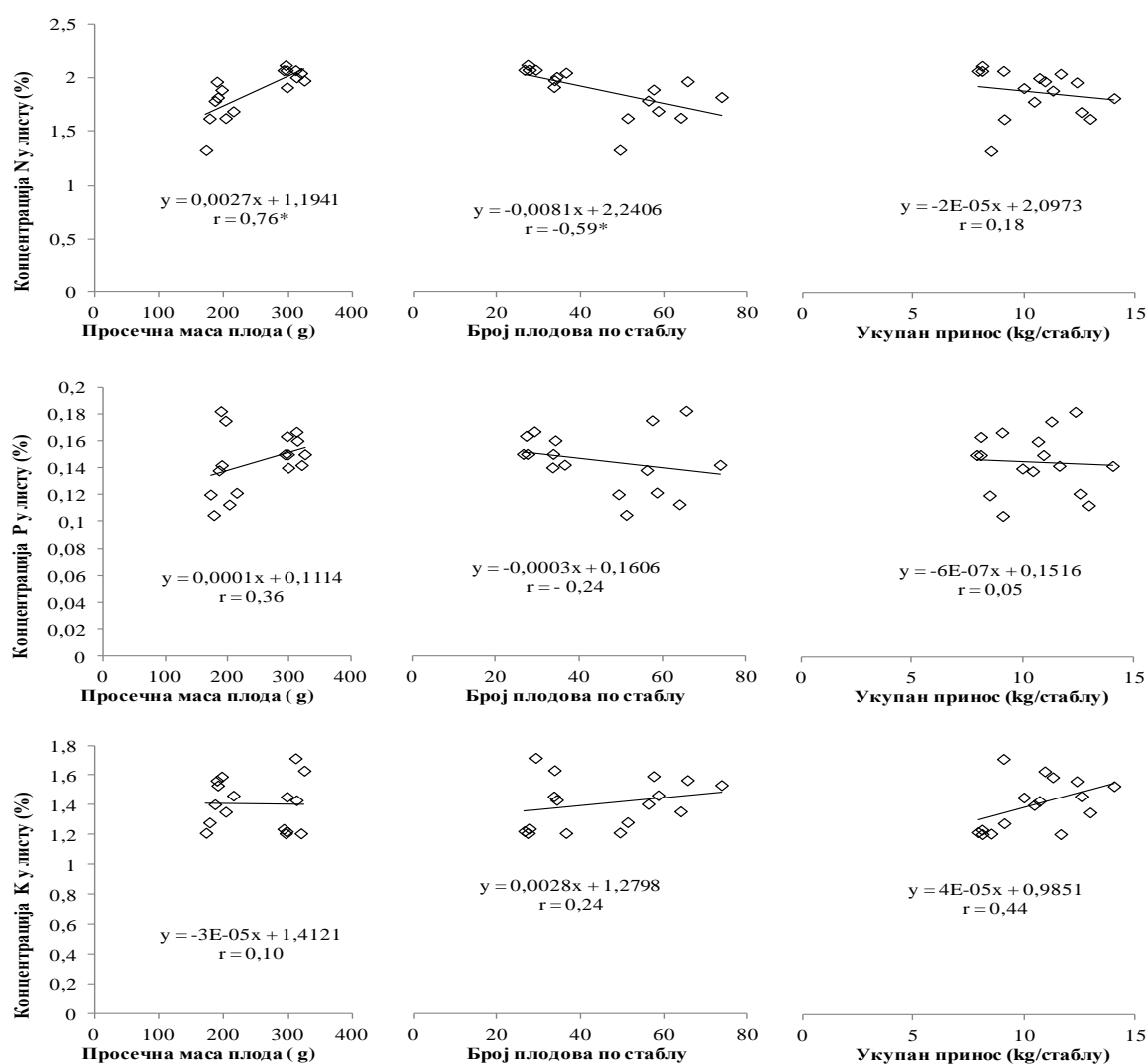


* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 43. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја приступачних облика К у земљишту на различитој удаљености од капаљке (У) и дубини слоја (Д).

6.2.10. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса јабуке и садржаја N, P и K у листу

У Графикону 44 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између параметара приноса и садржаја N, P и K у листу јабуке. Укупан садржај N у листу јабуке био је у линеарној позитивној корелацији са просечном масом плода, и линеарној негативној корелацији са укупним бројем плодова по стаблу јабуке. Између параметара приноса и садржаја P и K у листу јабуке није утврђена статистички значајна корелација.

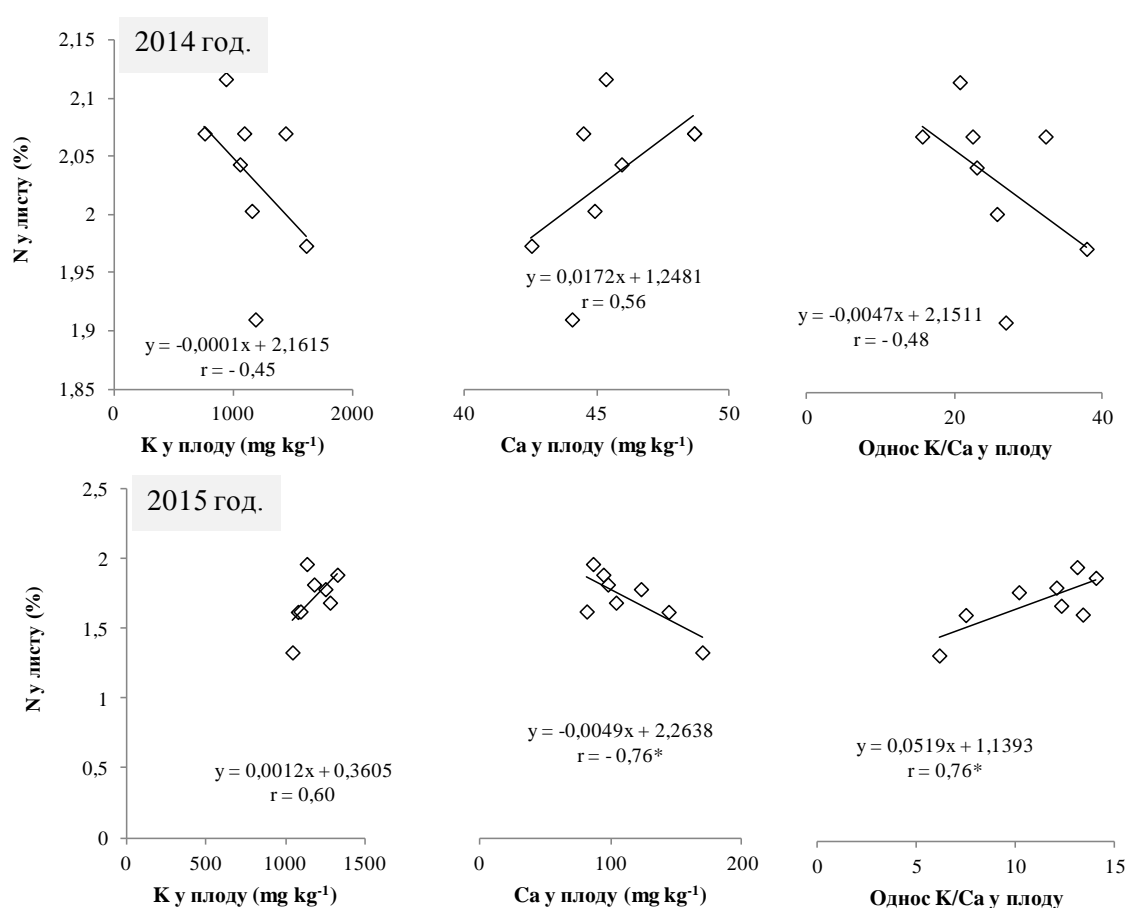


* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 44. Коефицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса јабуке и садржаја N, P и K у листу јабуке

6.2.11. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N, P и K у листу јабука и садржаја K, Ca и односа K/Ca у плоду јабуке

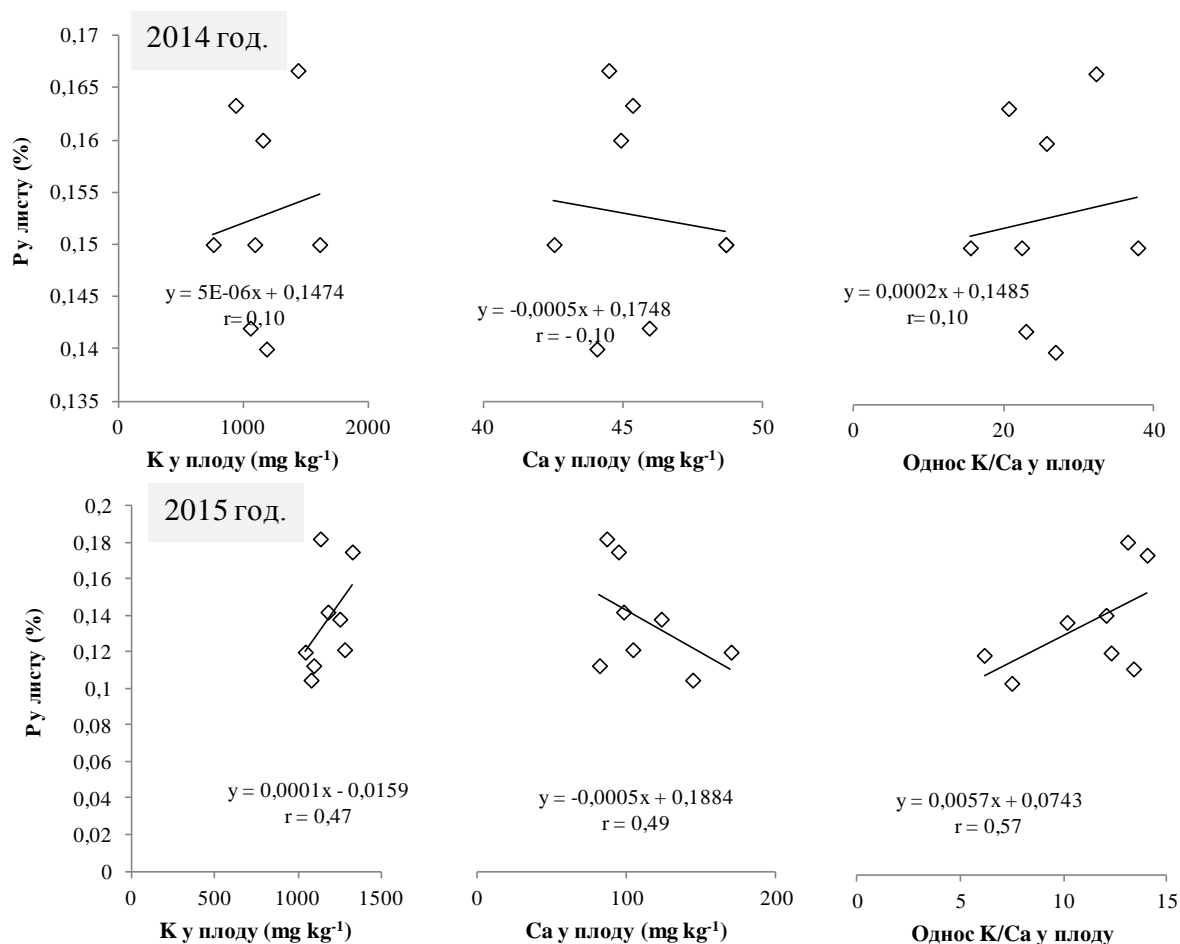
У Графикону 45 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја N у листу јабуке и садржаја K, Ca и њиховог односа (K/Ca) у плоду јабуке. У 2014. години између садржаја N у листу јабуке и садржаја K и Ca у плоду јабуке није утврђена статистички значајна корелација. У другој години истраживања (2015. год.), укупан садржај N у листу јабуке био је у значајној негативној корелацији са садржајем Ca у плоду јабуке, и значајној позитивној корелацији са односом K/Ca.



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 45. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја N у листу јабуке и K, Ca односа K/Ca у плоду јабуке.

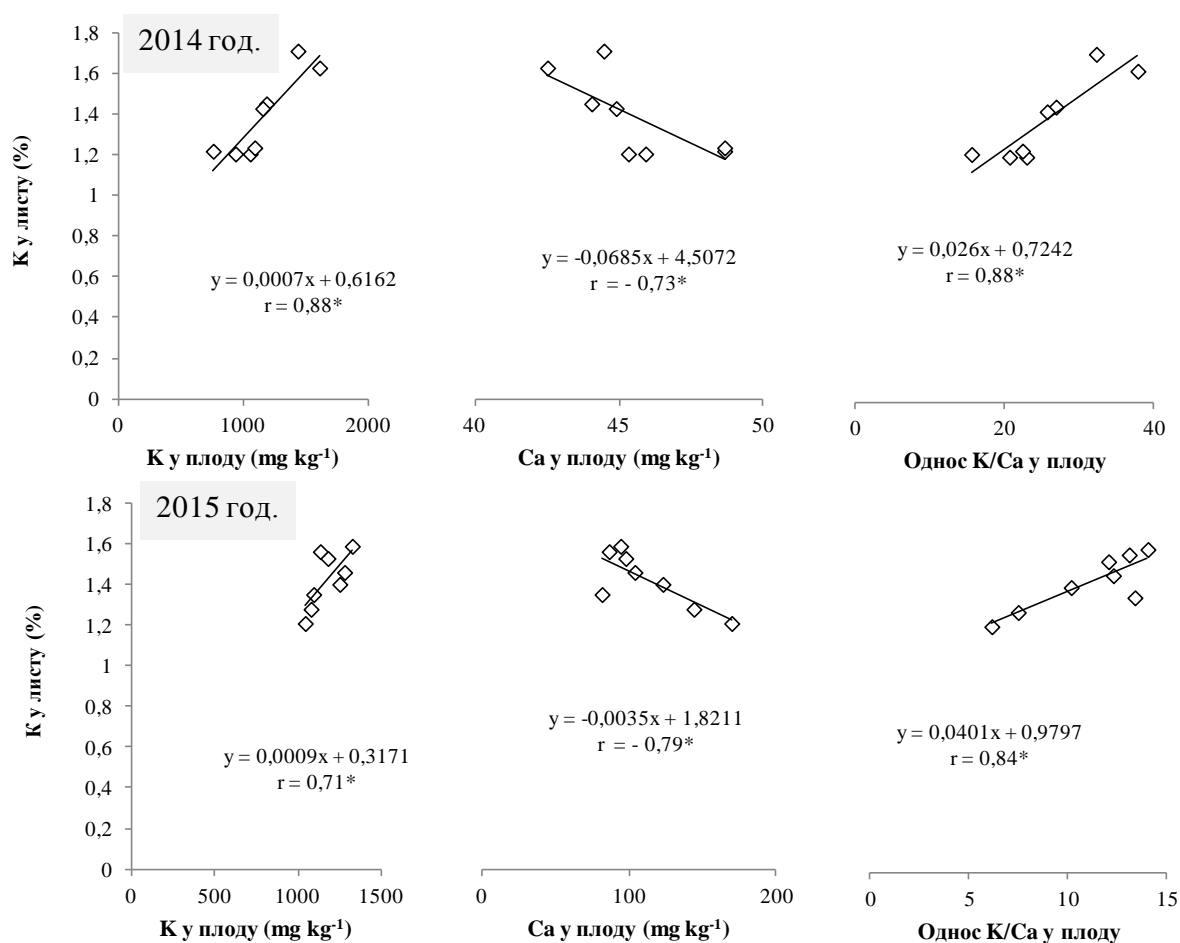
Између садржаја Р у листу јабуке и садржаја К и Са у плоду јабуке није постојала статистички значајна корелација ни у једној години плодоношења/истраживања (Графикон 46).



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 46. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја Р у листу јабуке и К, Са односа К/Са у плоду јабуке.

Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја К у листу и садржаја К и Са у плоду јабуке приказани су у Графикону 47. Садржај К у листу јабуке био је у линеарној зависности са садржајем К у плоду јабуке ($r = 0,88^*$) и односом К/Са ($r = 0,88^*$). Истовремено, повећање садржаја К у листу јабуке имало је негативан утицај на садржај Са у плоду јабуке, односно између ова два посматрана параметра је постојала значајна негативна корелација (Графикон 47).

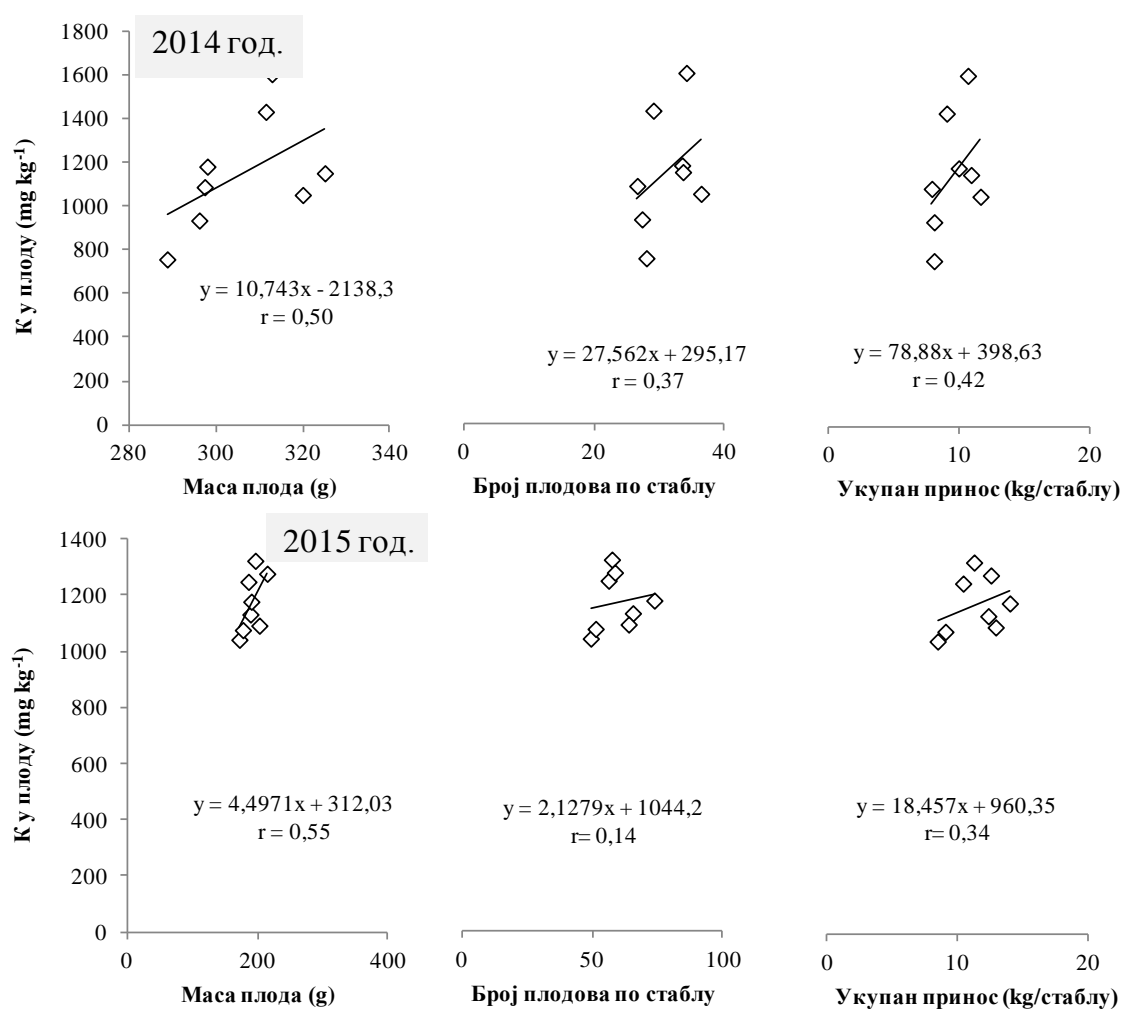


* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s, Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 47. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја К у листу јабуке и К, Са односа К/Са у плоду јабуке.

6.2.12. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса, садржаја калијума, калцијума и односа К/Са у плоду јабуке

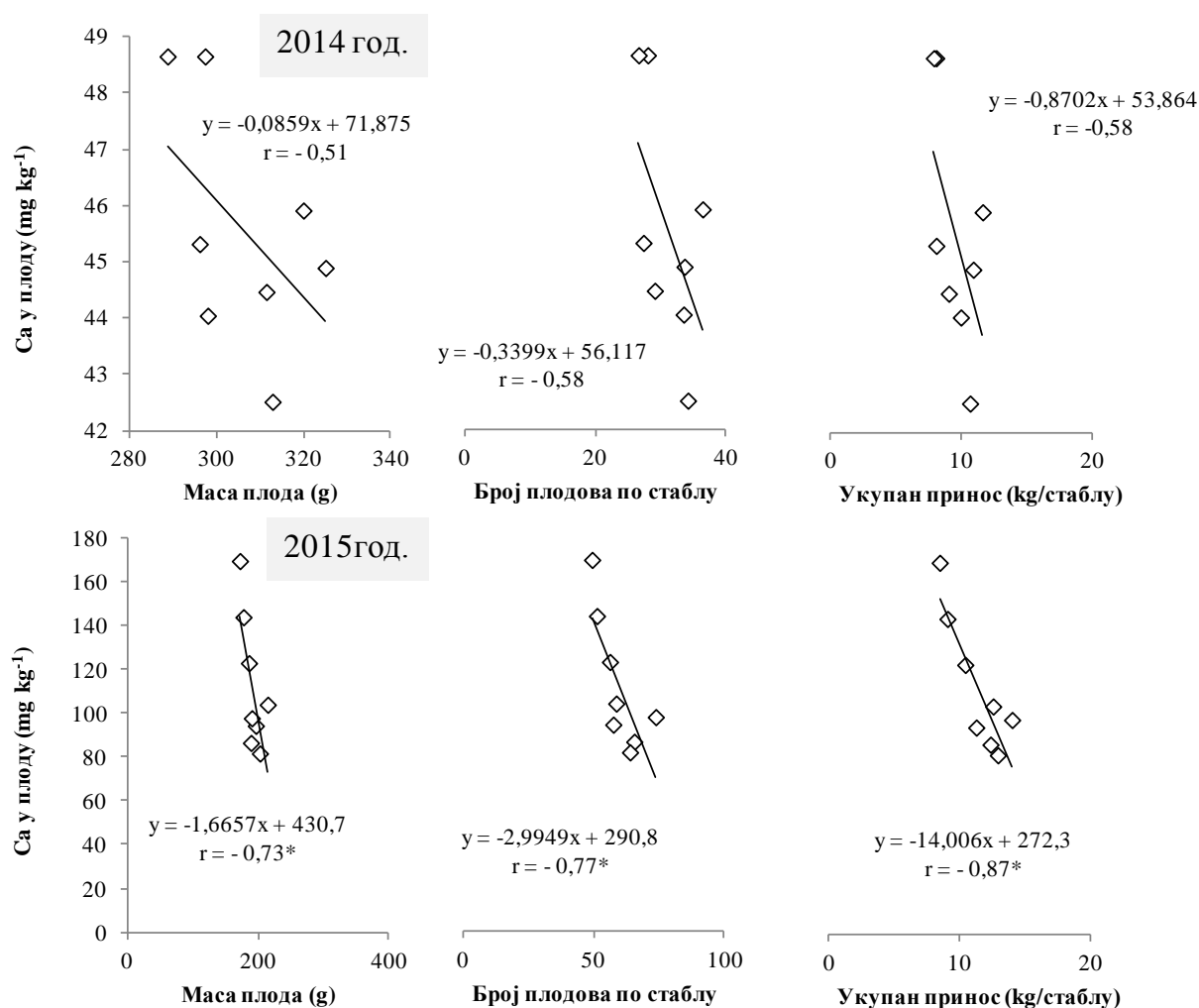
Примена NPK ђубрива довела је до повећања приноса јабуке и промене у складишној способности плодова, односно промене у садржају К и Са у плодовима јабуке. У Графикону 48 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја К у плоду јабуке и параметара приноса. У обе године истраживања садржај К у плоду јабуке био је у позитивној линеарној корелацији са параметрима приноса, међутим коефицијенти корелације нису били статистички значајни.



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 48. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса садржаја К у плоду јабуке.

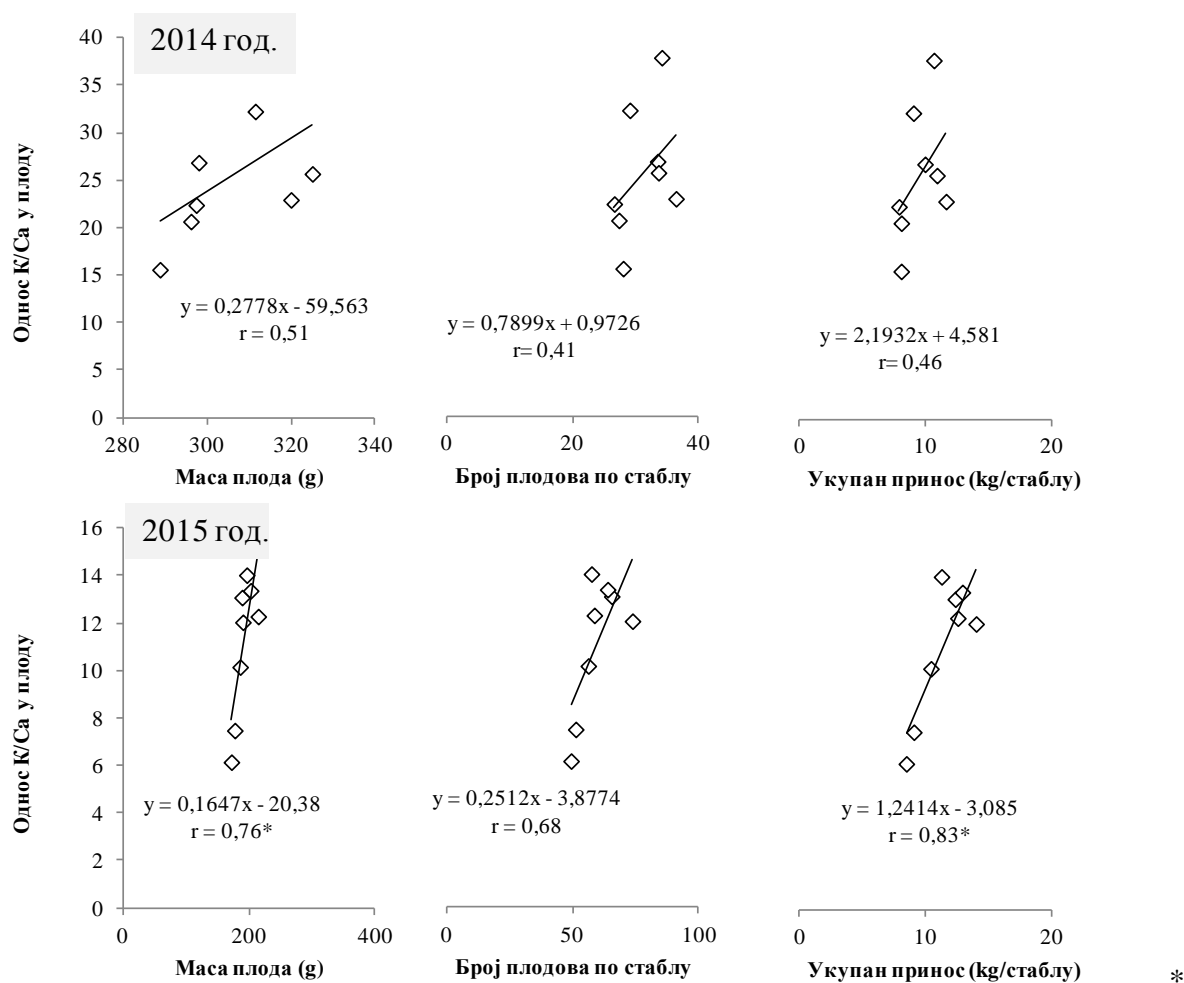
У Графикону 49 приказане се једначине регресије и коефицијенти корелације између параметара приноса и садржаја Са у плоду јабуке. У обе године истраживања утврђена постојала је негативна линеарна зависност између садржаја Са у плоду јабуке и сва три посматрана параметра приноса (маса плода, број плодова и укупан принос). Међутим, статистички значајни коефицијенти корелације утврђени су само у другој години истраживања (Графикон 49).



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r, Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 49. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса садржаја Ca у плоду јабуке.

У Графикону 50 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између односа K/Ca у плоду јабуке и параметара приноса. У обе године истраживања постојала је позитивна линеарна зависност између односа K/Ca с једне стране и масе плода, броја плодова и укупног приноса јабуке с друге стране. Односно, с повећањем масе плода и укупног приноса јабуке дошло је до смањења скаладишне способности плода, услед повећања садржаја K у односу на садржај Ca. Ипак, у првој години истраживања коефицијенти корелације нису били статистички значајни, док је у другој години утврђена статистички значајна корелације између масе плода и укупног приноса с једне стране, и односа K /Ca с друге стране.



Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 50. Коефицијенти корелације и једначине регресије између параметара приноса и односа К/Са у плоду јабуке.

6.3. Поређење начина примена микроелемената (Fe, Mn, Zn) у савременом засаду јабуке

6.3.1. Садржај приступачних облика микроелемената у земљишту

У Графикону 51 приказан је садржај приступачних облика Fe у земљишту у зони кореновог система јабуке, у зависности од облика Fe у ђубривима, удаљености од капаљке црева за фертигацију и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.). У првој години истраживања садржај приступачног Fe у земљишту кретао се од 19,06 до 25,46 mg Fe kg⁻¹. Просечан садржај Fe у земљишту на све три удаљености од капаљке, где је Fe примењено у облику хелата (Fe-DTPA), био је значајно виши у односу на контролу, али не и у односу на третман где је Fe примењено у облику соли-сулфата (FeSO₄) (Графикон 51 А).

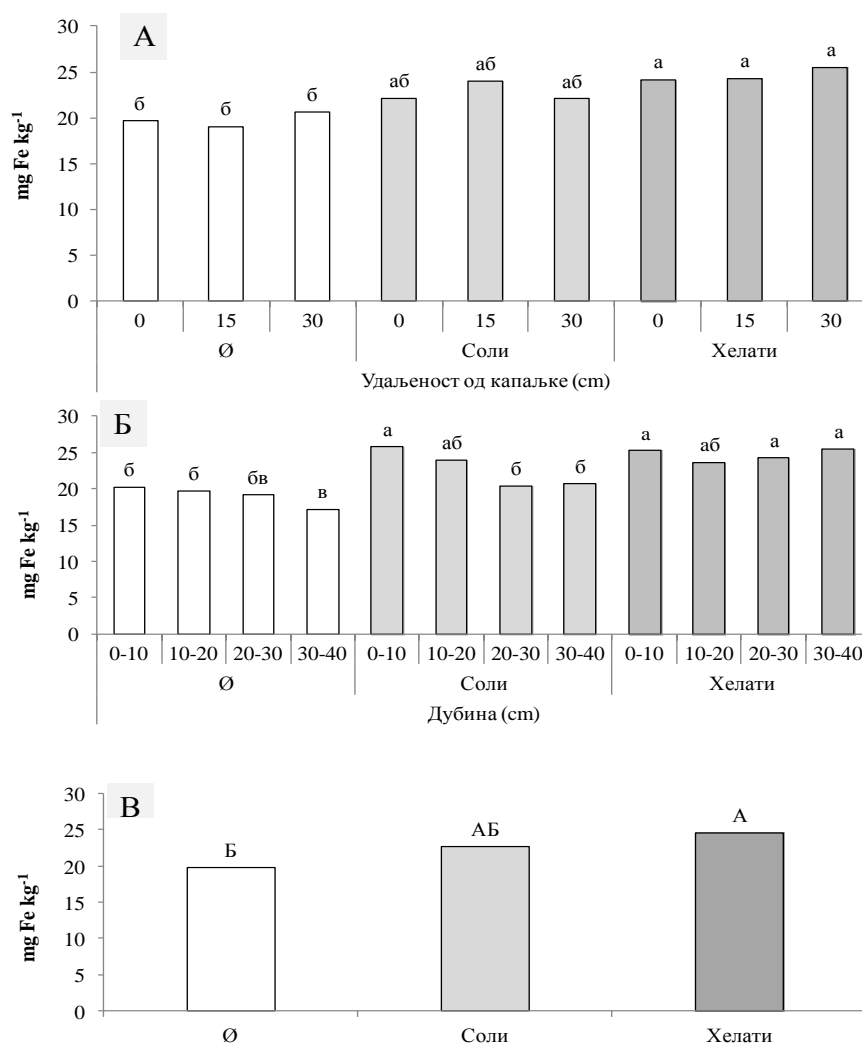
Посматрано по дубинама слоја земљишта, примена Fe у облику сулфата довела је до значајног повећања приступачних облика Fe у односу на контролу у површинском слоју земљишта, док се садржај у слојевима 20-30 cm и 30-40 cm није значајно разликовао, у односу на контролни третман. С друге стране, применом Fe у облику хелата значајно је повећан садржај приступачних облика Fe у односу на контролу, не само у површинским слојевима већ и у дубљим слојевима земљишта (Графикон 51 Б).

Ако се посматра у просеку за све слојеве земљишта, и удаљености од капаљке, примена Fe у облику хелата доводи до значајног повећања садржаја приступачних облика Fe у земљишту, у односу на контролу, али не и у односу на примену Fe у облику Fe-сулфата (Графикон 51В).

У другој години истраживања садржај приступачног Fe у земљишту био је нижи у односу на претходну и кретао се од 11,03 до 17,16 mg Fe kg⁻¹. Највиши садржај Fe измерен је у земљишту директно испод капаљке где је Fe примењено у облику хелата. Такође, примена Fe у облику хелата довела је до значајно вишег садржаја, у односу на контролу и примену у облику Fe-сулфата, и у земљишту на удаљености 15 cm и 30 cm од капаљке (Графикон 52 А). С друге стране, садржај приступачног Fe у земљишту где је Fe примењено у облику Fe-сулфата, није се значајно разликовао у односу на контролни третман (Графикон 52А).

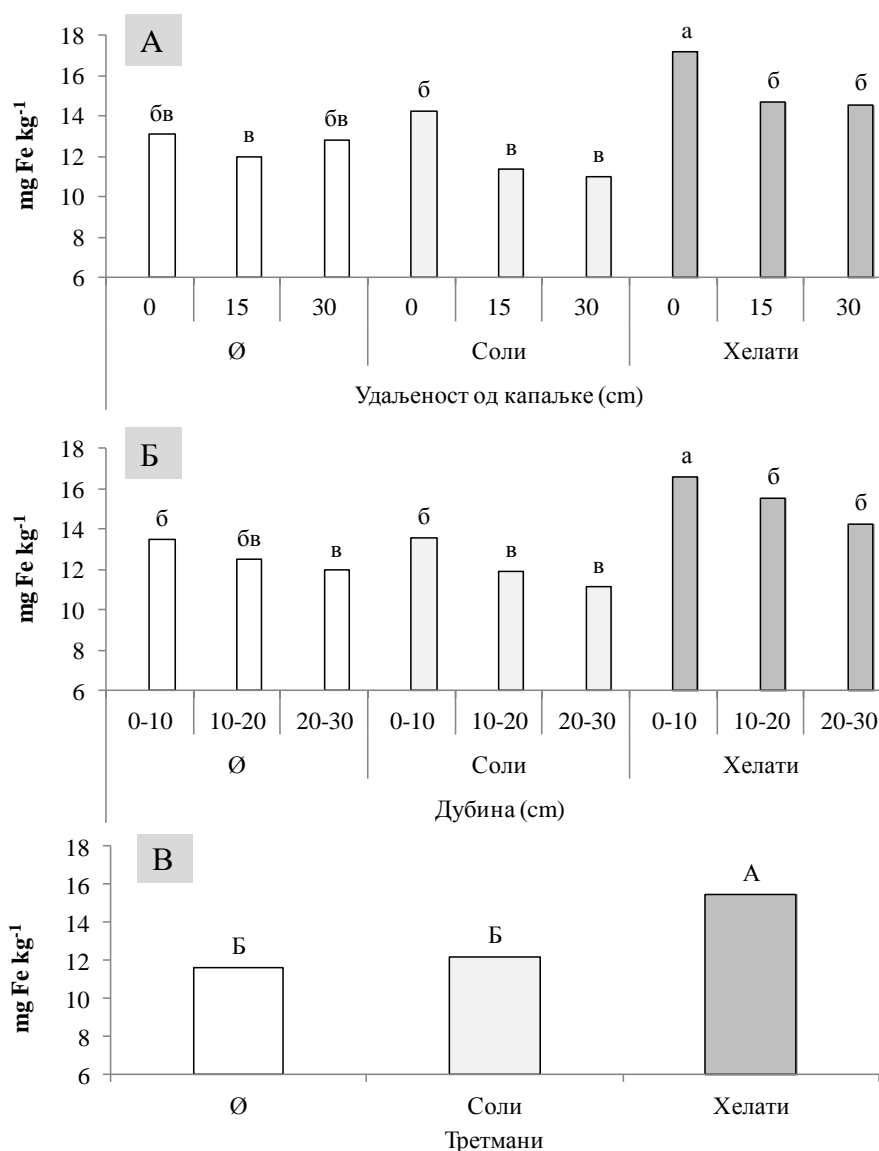
Посматрано по слојевима, највиши садржај Fe у земљишту измерен је у површинском слоју (0-10 cm), применом оба облика Fe ђубрива. Примена је довела до значајног повећања садржаја приступачних облика Fe у сва три слоја земљишта, у односу на контролу и примену Fe у облику Fe-сулфата (Графикон 52Б).

Посматрано у просеку за све слојеве и удаљености од капаљке, примена Fe у облику хелата довела је до значајно вишег садржаја Fe у земљишту, не само у односу на контролу већ и у односу на примену гвожђа у облику Fe-сулфата (Графикон 51 В).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 51. Садржај приступачних облика Fe у зони кореновог система јабуке у 2014. год. (А- интеракције: удаљеност од капаљке x третмани; Б-интеракције: дубина x третмани; В-просек третмана)



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

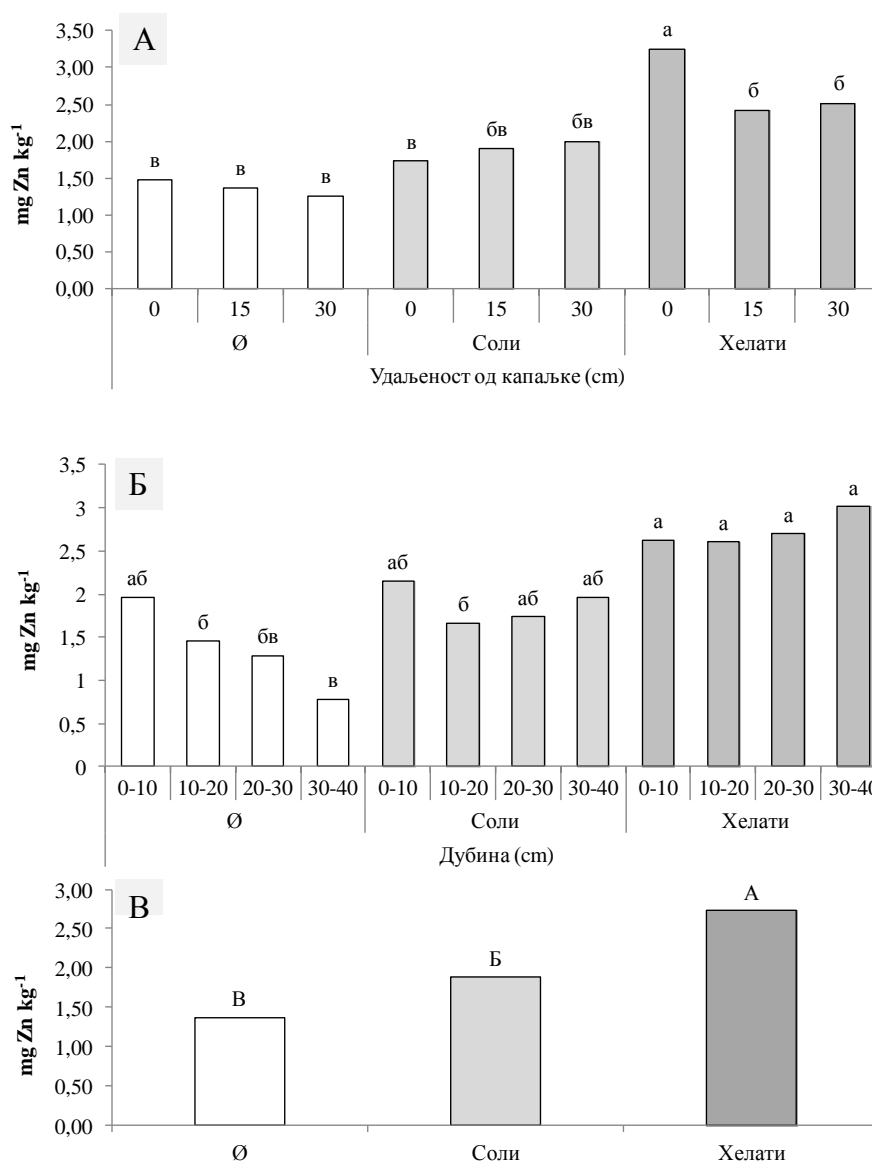
Графикон 52. Садржај приступачних облика Fe у зони кореновог система јабуке у 2015. год. (А- интеракције: удаљеност од капаљке x третмани; Б-интеракције: дубина x третмани; В-просек третмана)

У Графикону 53 приказан је садржај приступачних облика Zn у земљишту у зони кореновог система јабуке у зависности од облика Zn у ђубривима, удаљености од капаљке црева за фертигацију и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.). У првој години истраживања садржај приступачног Zn у земљишту кретао се од 1,35 до 3,25 mg Zn kg⁻¹. Садржај Zn у земљишту на све три удаљености од капаљке био је значајно виши применом Zn у хелатном облику (Zn-DTPA) у односу

на контролу, док је садржај директно испод капалке био значајно виши и у односу на контролу, и у односу на третман, где је Zn примењен у облику Zn-сулфата (Графикон 53 А).

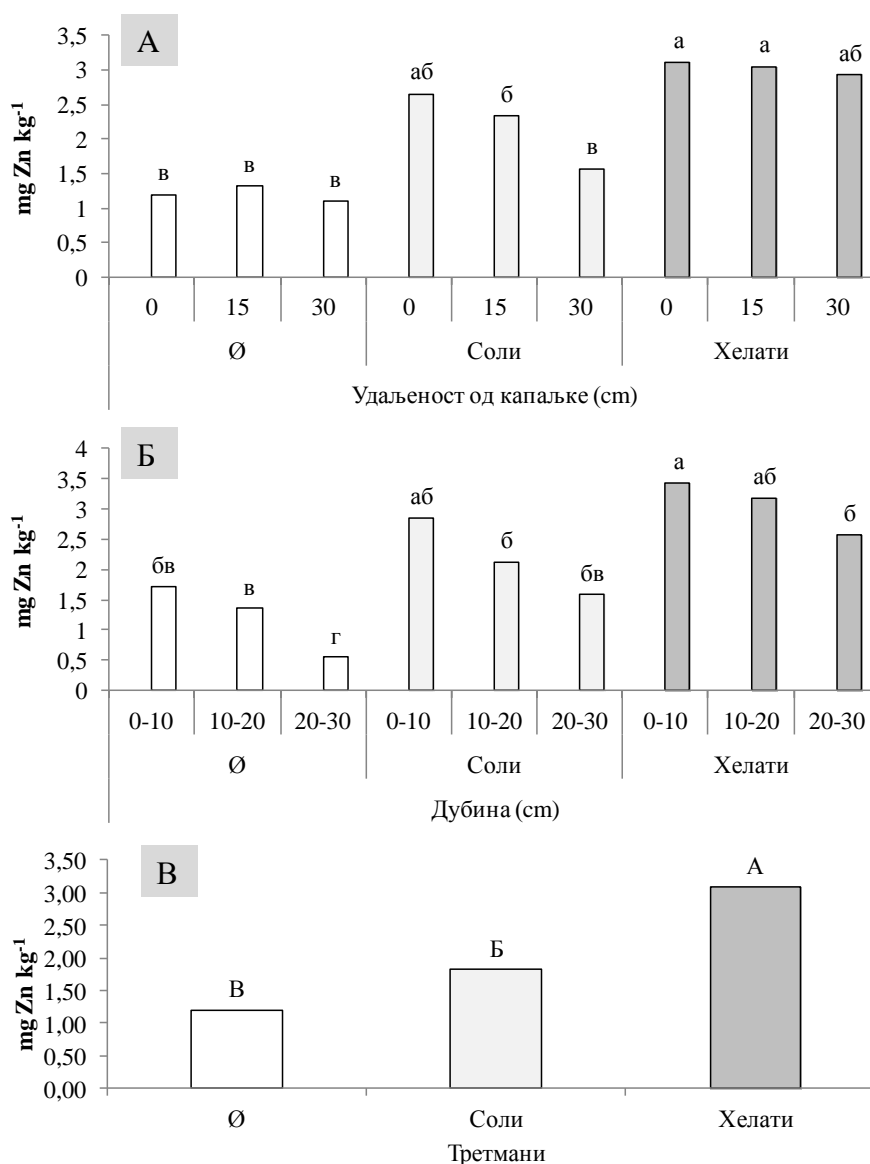
Посматрано по слојевима, највиши садржај приступачног Zn код контроле и третмана где је примењен Zn-сулфат је измерен у површинском слоју. Са друге стране, примена Zn-хелата довела је до равномерног повећања приступачног Zn у земљишту, тако да разлике између слојева нису биле статистички значајне (Графикон 53 Б). Посматрано у просеку за све слојеве и удаљености од капалке, примена Zn у облику хелата и сулфата довела је до значајно вишег садржаја Zn у земљишту у односу на контролу (Графикон 53 В).

У другој години истраживања садржај приступачних облика Zn у земљишту био је на сличном нивоу као у првој години и кретао се од 1,10 до 3,11 mg Zn kg⁻¹. У 2015. години третмани ђубрења Zn имали су готово идентичан утицај на садржај приступачних облика Zn у земљишту. Поново је највиши садржај Zn измерен у земљишту где је Zn примењен у облику Zn-хелата (Графикон 54). Разлика у односу на 2014. је у томе да су у овој години истраживања постојале значајне разлике између слојева земљишта, при чему је у површинским слојевима измерен значајно виши садржај у односу на дубље слојеве земљишта (Графикон 54 Б), што није био случај у 2014. години.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 53. Садржај приступачних облика Zn у зони кореновог система јабуке у 2014. год. (А- интеракције: удаљеност од капаљке х третмани; Б-интеракције: дубина х третмани; В-просек третмана)



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

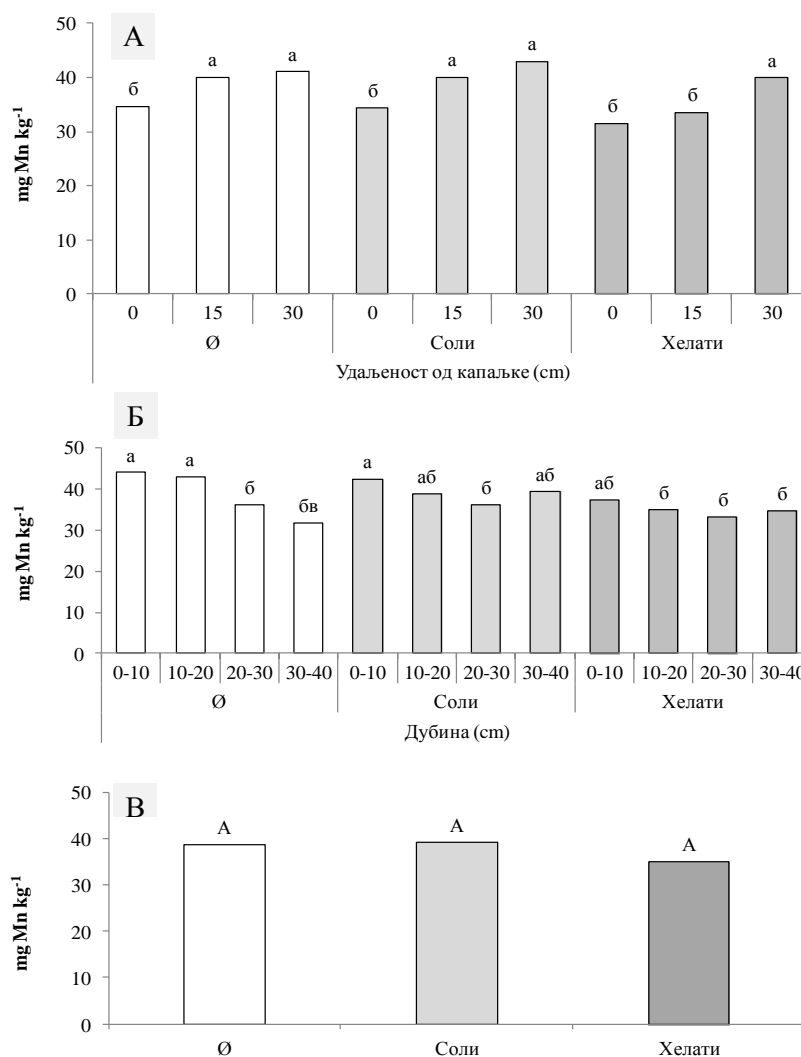
Графикон 54. Садржај приступачних облика Zn у зони кореновог система јабуке у 2015. год. (А- интеракције: удаљеност од капаљке x третмани; Б-интеракције: дубина x третмани; В-просек третмана)

У Графикону 55 приказан је садржај приступачних облика Mn у земљишту у зони кореновог система јабуке, у зависности од облика Mn у ђубривима, удаљености од капаљке црева за фертигацију и дубине (слоја земљишта) у првој години истраживања (2014. год.). У првој години истраживања садржај приступачног Mn у земљишту био је релативно висок и кретао се од 31,55 до 42,89 mg Mn kg⁻¹. За разлику

од садржаја Fe и Zn који је био највиши у земљишту директно испод капаљке, садржај приступачних облика Mn био је највиши на удаљености од 30 cm од капаљке, док су најниже вредности измерене управо у земљишту директно испод капаљке (Графикон 55 A). Такође, примена Mn ђубрива није имала утицаја на садржај приступачних облика Mn у земљишту. Без обзира да ли је Mn примењен у облику хелата или суфата, садржај приступачних облика мангана у земљишту није се разликовао у односу на контролу (Графикон 55 B).

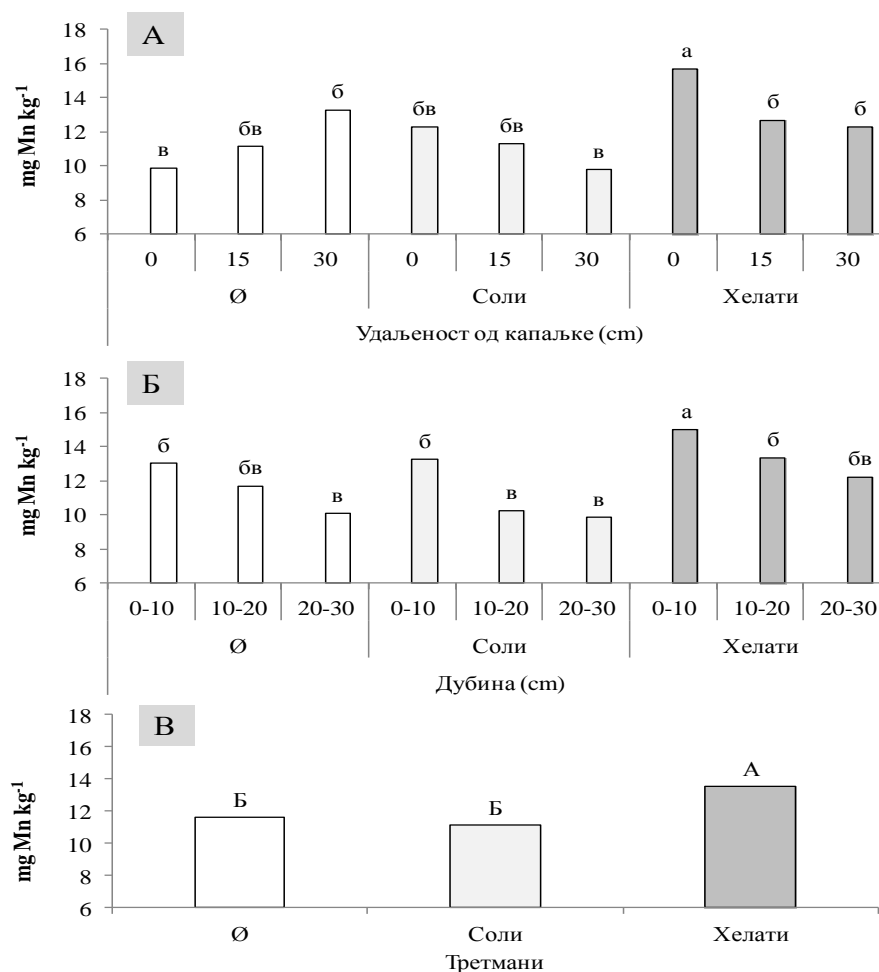
У другој години истраживања садржај приступачних облика Mn у земљишту био је двоструко нижи у односу на претходну години и кретао се од 9,89 до 15,68 mg Mn kg⁻¹. За разлику од прве године истраживања, када је највиши садржај приступачних облика Mn измерен на удаљености од 30 cm од капаљке, у овој години највиши садржај приступачног Mn је измерен директно испод капаљке, док је на контролном третману поново највиши садржај измерен на удаљености 30 cm од капаљке (Графикон 56 A). Гледајући по слојевима земљишта, највиши садржај приступачног Mn је измерен у површинским слојевима, а најнижи у најдубљим слојевима земљишта (Графикон 56 B).

Посматрајући просек за све слојеве и удаљености од капаљке, примена Mn у облику хелата довела је до значајно вишег садржаја приступачног Mn у земљишту, не само у односу на контролу, већ и у односу на примену Mn у облику Mn-сулфата (Графикон 56 B).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 55. Садржај приступачних облика Mn у зони кореновог система јабуке у 2014. год. (А- интеракције: удаљеност од капаљке x третмани; Б-интеракције: дубина x третмани; В-просек третмана)



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

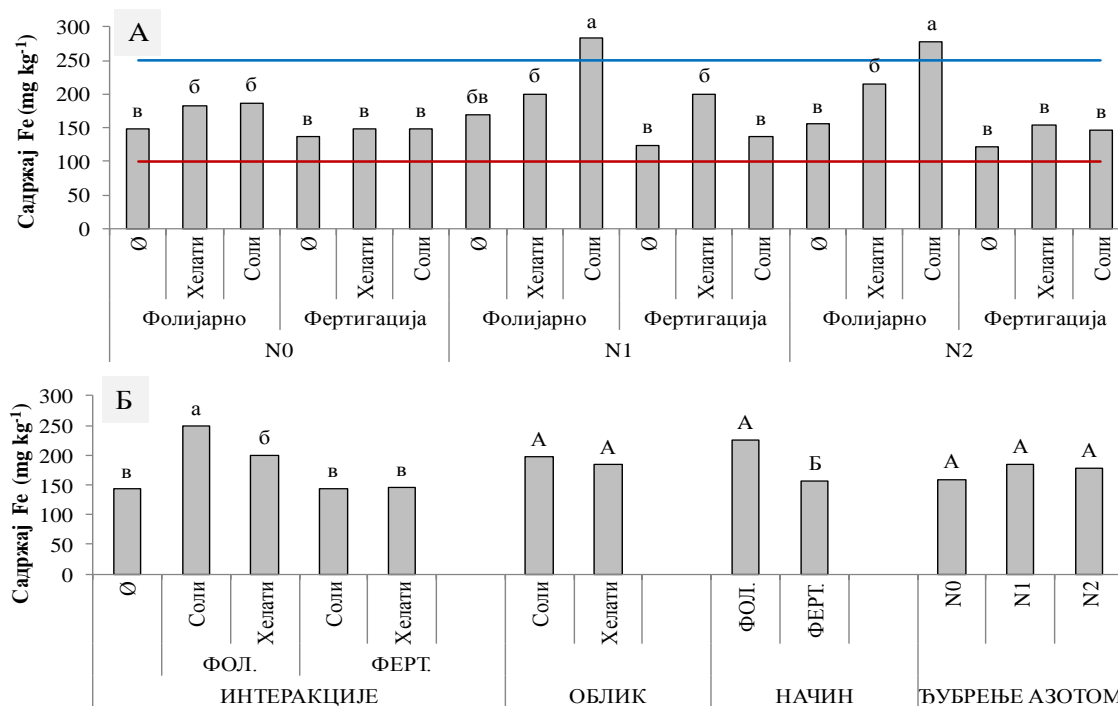
Графикон 56. Садржај приступачних облика Mn у зони кореновог система јабуке у 2015. год. (А- интеракције: удаљеност од капалјке x третмани; Б-интеракције: дубина x третмани; В-просек третмана)

6.3.2. Садржај микроелемената у листу јабуке

У Графикону 57 приказан је садржај Fe у листу јабуке у зависности од облика Fe ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења N у 2014. години. Садржај Fe у сувој маси листа јабуке кретао се од 122 до 187 mg Fe kg⁻¹, при чему су на свим третманима измерене вредности које су више од вредности које Ноињг и сар. (2004) и Bergman, (1992) наводе као доње границе оптималне обезбеђености (Графикон 57 А). Фолијарна примена Fe ђубрива довела је до значајно вишег садржаја Fe у листу јабуке у односу на контролу, при чему је примена Fe у облику сулфата довела до значајно вишег садржаја Fe у листу, у односу на примену у

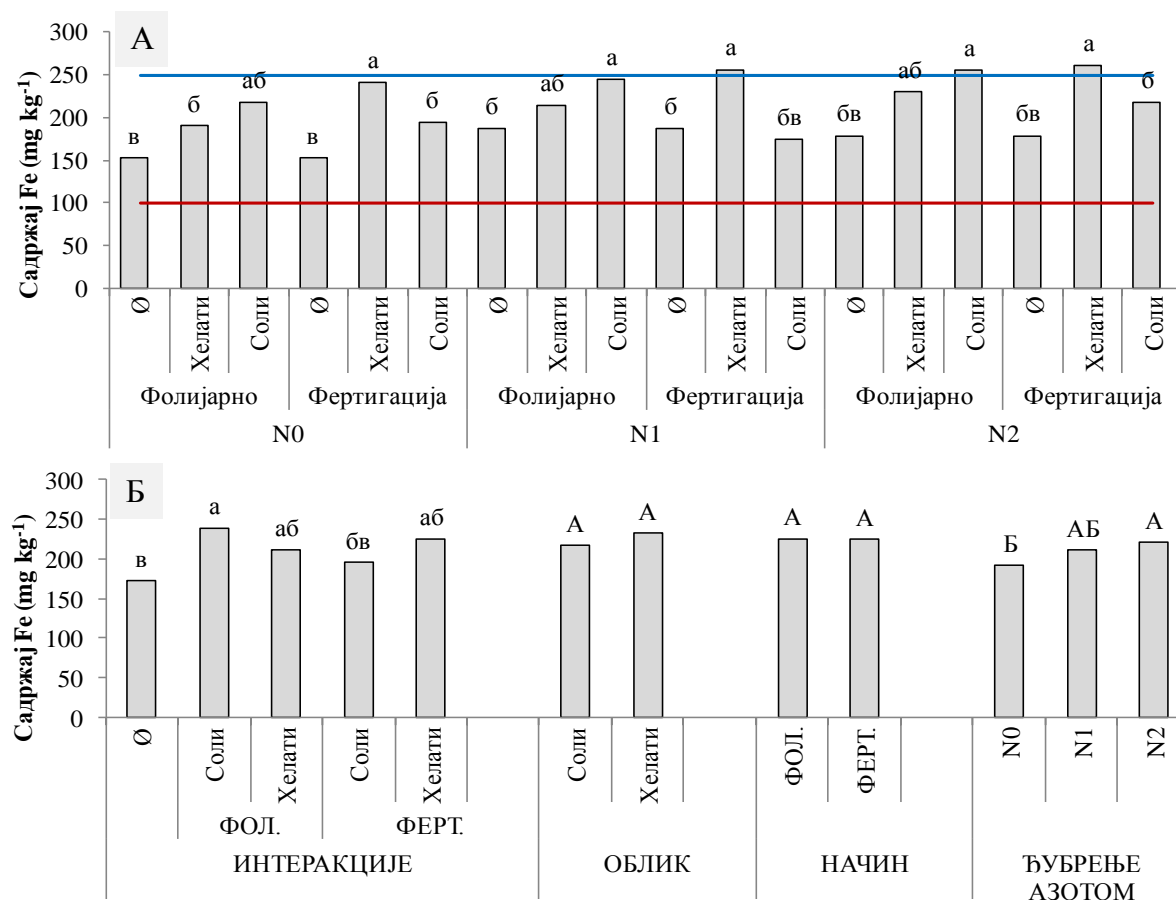
облику хелата (Графикон 57 Б). Гледајући просек, фолијарна примена Fe ђубрива довела је до значајно вишег садржаја Fe у листу јабуке у односу на примену путем фертигације. Истовремено, облик Fe у ђубриву, као ни примена азотних ђубрива, није имала значајан утицај на садржај Fe у листу јабуке (Графикон 57 Б).

У другој години истраживања измерен је виши садржај Fe у листу јабуке у односу на прву години и кретао се од 172 до 239 mg Fe kg⁻¹ (Графикон 58 А). На свим третманима примене Fe ђубрива, изузев примене Fe у облику сулфата путем фертигације, измерен је значајно виши садржај Fe у листу, у односу на контролу. С друге стране, гледајући просек, разлике између облика Fe ђубрива и начина примене нису биле статистички значајне, док је примена веће дозе N ђубрива довела до значајно вишег садржаја Fe у листу јабуке у односу на третман без примене N (Графикон 58 Б).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите (p<0,05). Плава и црвена линија означавају горњу и доњу границу оптималног садржаја.

Графикон 57. Садржај Fe у листу јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)



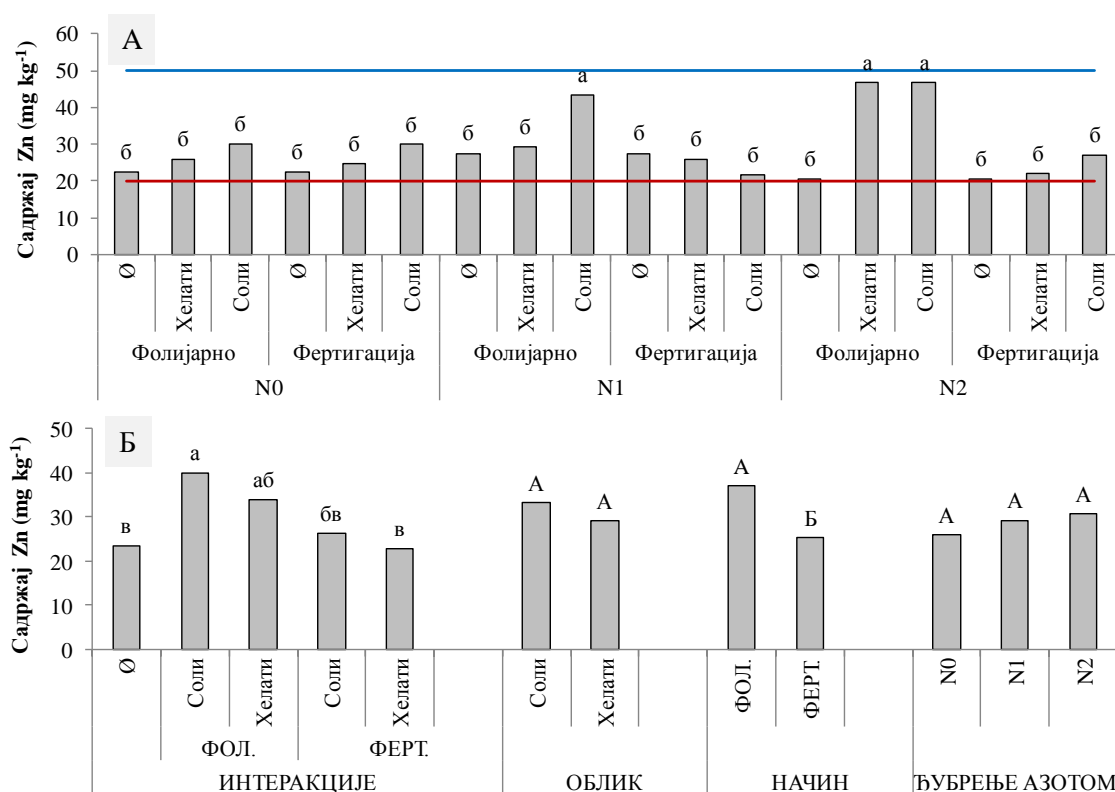
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$). Плава и црвена линија означавају горњу и доњу границу оптималног садржаја.

Графикон 58. Садржај Fe у листу јабуке у 2015. год (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење азотом; В-просек третмана)

У Графикону 59 приказан је садржај Zn у листу јабуке у зависности од облика Zn ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења азотом у 2014. години. Садржај Zn у сувој маси листа јабуке кретао се од 20,6 до 47,5 mg Zn kg⁻¹, при чему су на свим третманима измерене вредности које су више од вредности које Nouyng и сар. (2004) и Bergman (1992) наводе као доње границе оптималне обезбеђености (Графикон 59 А). Значајно виши садржај Zn измерен је применом Zn ђубрива примењена фолијарним путем у облику хелата и облику соли, док примена путем фертигације није довела до значајног повећања садржаја Zn у листу јабуке (Графикон 59 Б). Посматрано у просеку, фолијарна примена довела је до вишег садржаја Zn у листу јабуке у односу на примену путем фертигације, док примена азота није имала утицаја на садржај Zn у листу јабуке.

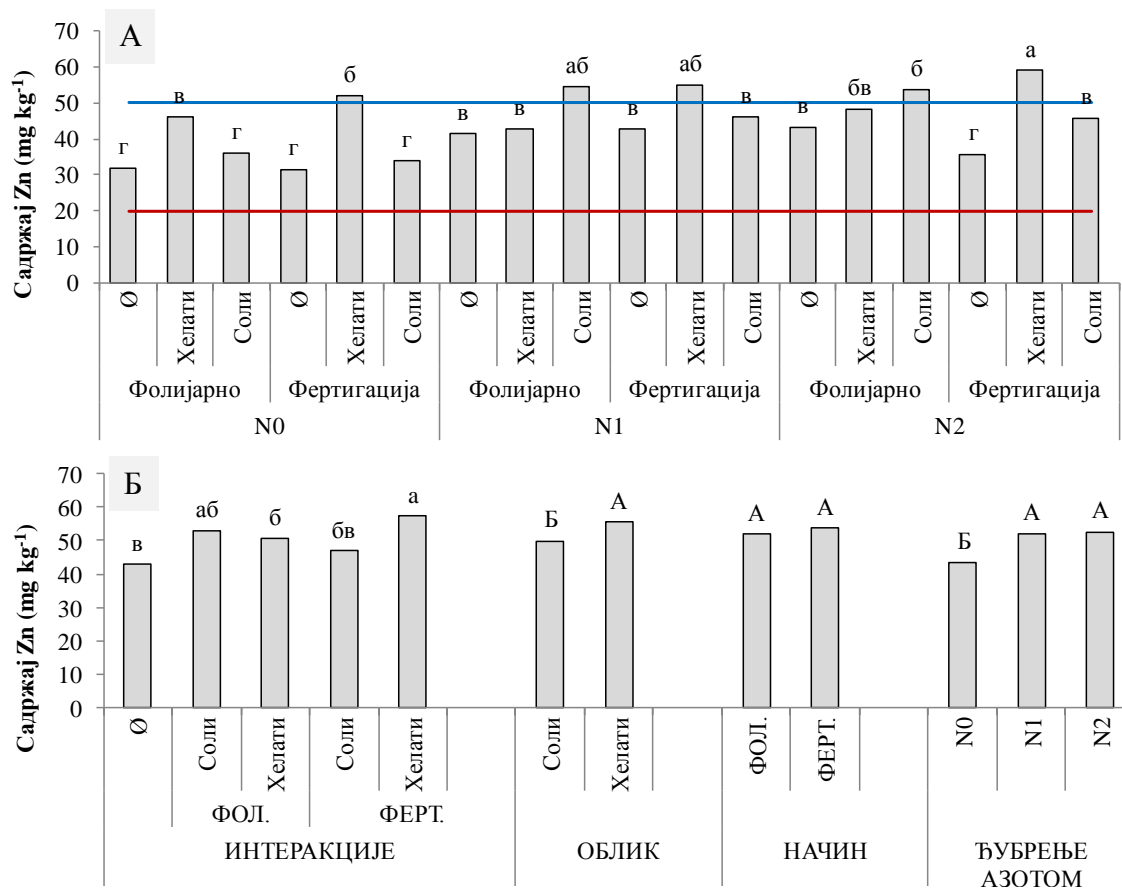
У другој години истраживања измерен је виши садржај Zn у односу на прву, и кретао се од 31,6 до 59,00 mg Zn kg⁻¹, што значи да је на свим третманима измерени садржај био изнад доње границе оптималне обезбеђености које наводе Houing и сар. (2004) (Графикон 60 А).

Највиши садржај Zn у листу јабуке измерен је на третману где су примењена Zn ђубрива у облику хелата путем фертигације. Такође, и фолијарна примена Zn ђубрива довела је значајног повећања Zn у листу јабуке у односу на контролу. Примена Zn ђубрива у облику хелата довела је до статистички значајног повећања Zn у листу јабуке, у односу на примену у облику сулфата, док разлике између начина примене нису биле статистички значајне. Поред тога, у 2015. години примена азотног ђубрива имала је позитиван утицај на садржај Zn у листу јабуке, што није био случај у првој години истраживања (Графикон 60 Б).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$). Плава и црвена линија означавају горњу и доњу границу оптималног садржаја.

Графикон 59. Садржај Zn у листу јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

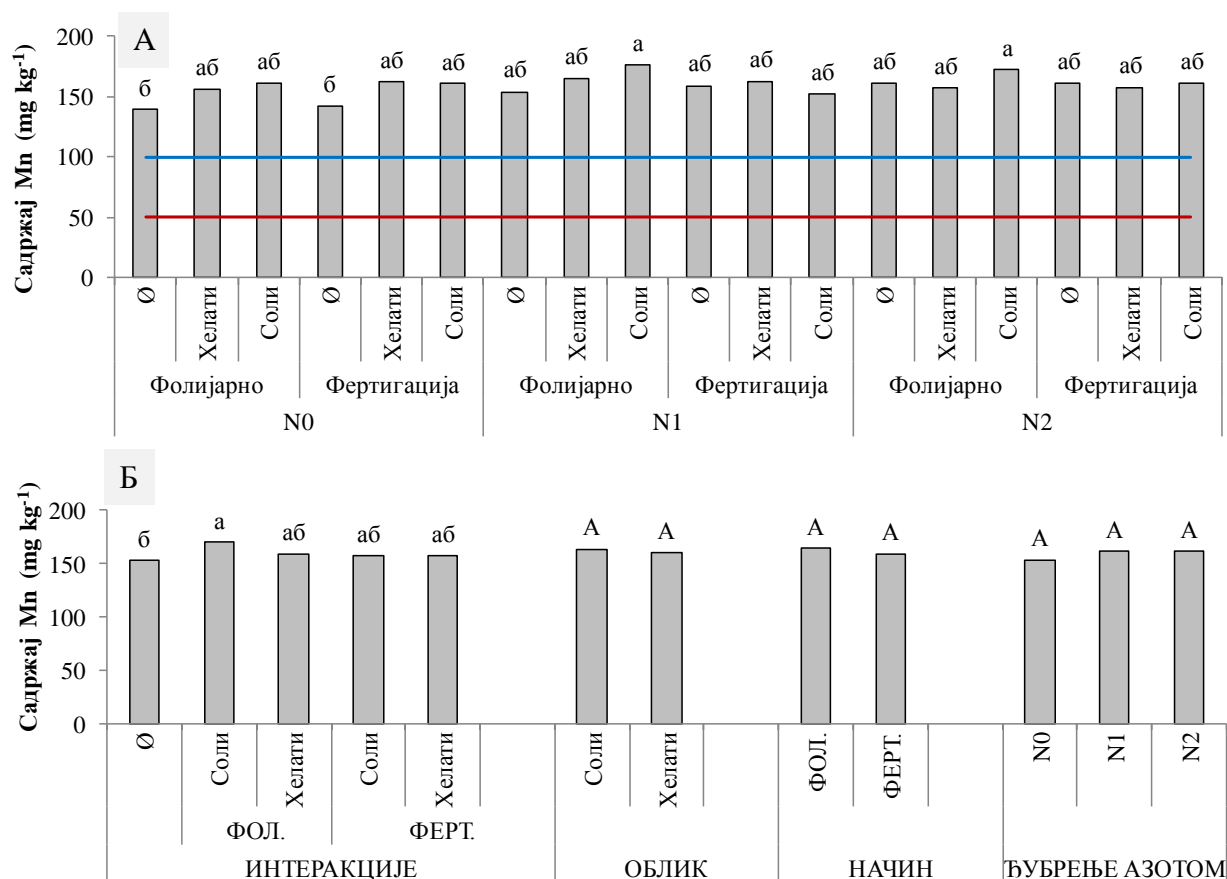


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$). Плава и црвена линија означавају горњу и доњу границу оптималног садржаја.

Графикон 60. Садржај Zn у листу јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

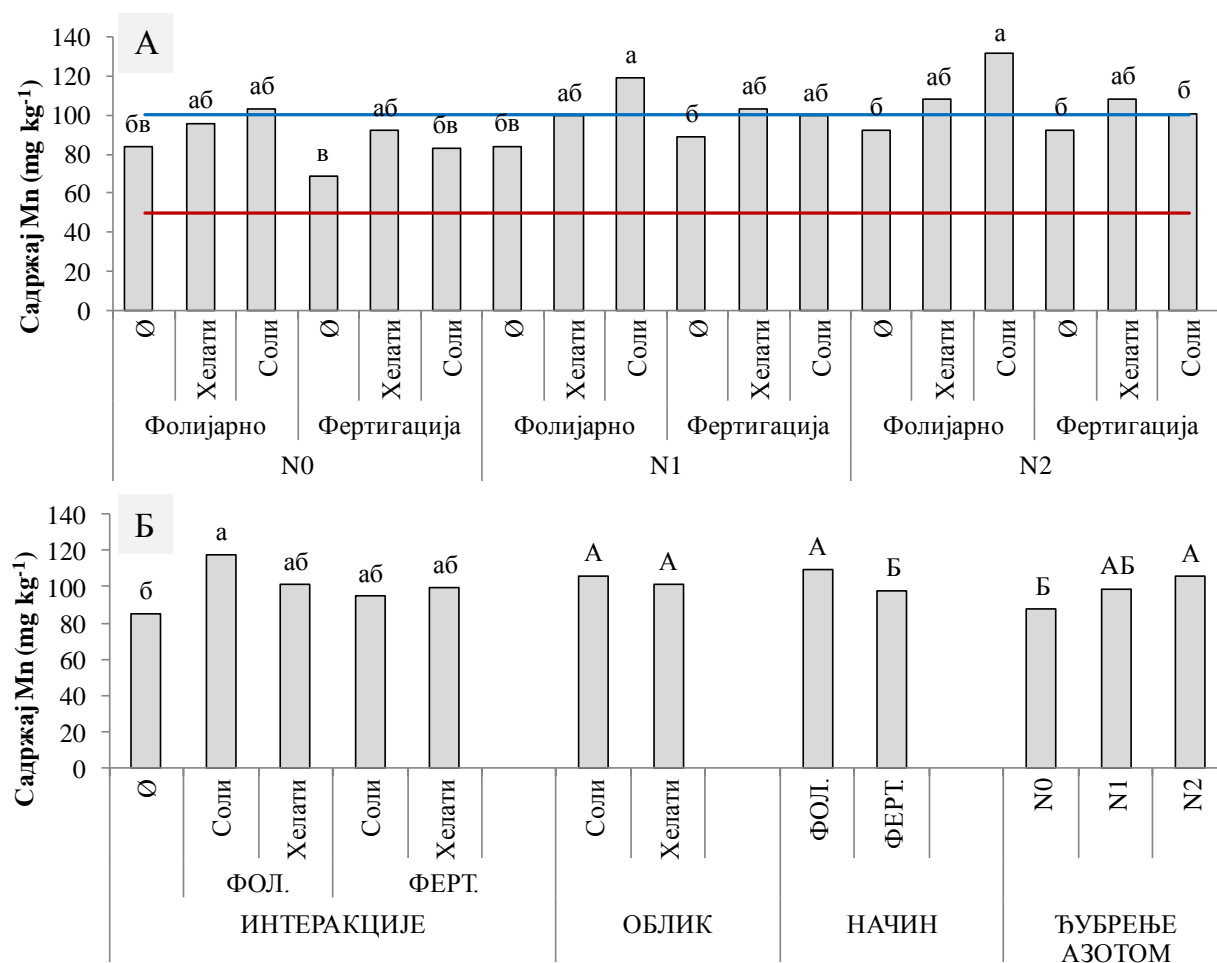
У Графикону 61 приказан је садржај Mn у листу јабуке у зависности од облика Mn ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења азотом у 2014. години. Садржај Mn у сувој маси листа јабуке кретао се од 139 до 172 mg Mn kg⁻¹, при чему су на свим третманима измерене више вредности од вредности које Ноиуиg и сар. (2004) и Веgман (1992) наводе као горње границе оптималне обезбеђености (Графикон 61 А). У 2014. години, само је примена Mn у облику сулфата фолијарним путем довела до значајно вишег садржаја Mn у листу јабуке у односу на контролу, док остали третмани нису имали утицаја на садржај Mn у листу. Такође, разлике између начина примене, облика Mn у ђубривима и дозе азотног ђубрива, нису биле статистички значајне (Графикон 61 Б).

У другој години истраживања измерен је нижи садржај Mn у односу на прву годину, али су вредности такође изнад доње границе оптималне обезбеђености (Графикон 62 А). Фолијарна примена Mn сулфата довела је до значајног повећања Mn у листу јабуке, док остали третмани нису утицали на његов садржај. С друге стране, фолијарна примена Mn ђубрива, као и примена веће дозе азотног ђубрива, довела је до значајног повећања Mn у листу јабуке (Графикон 62 Б).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$). Плава и црвена линија означавају горњу и доњу границу оптималног садржаја.

Графикон 61. Садржај Mn у листу јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

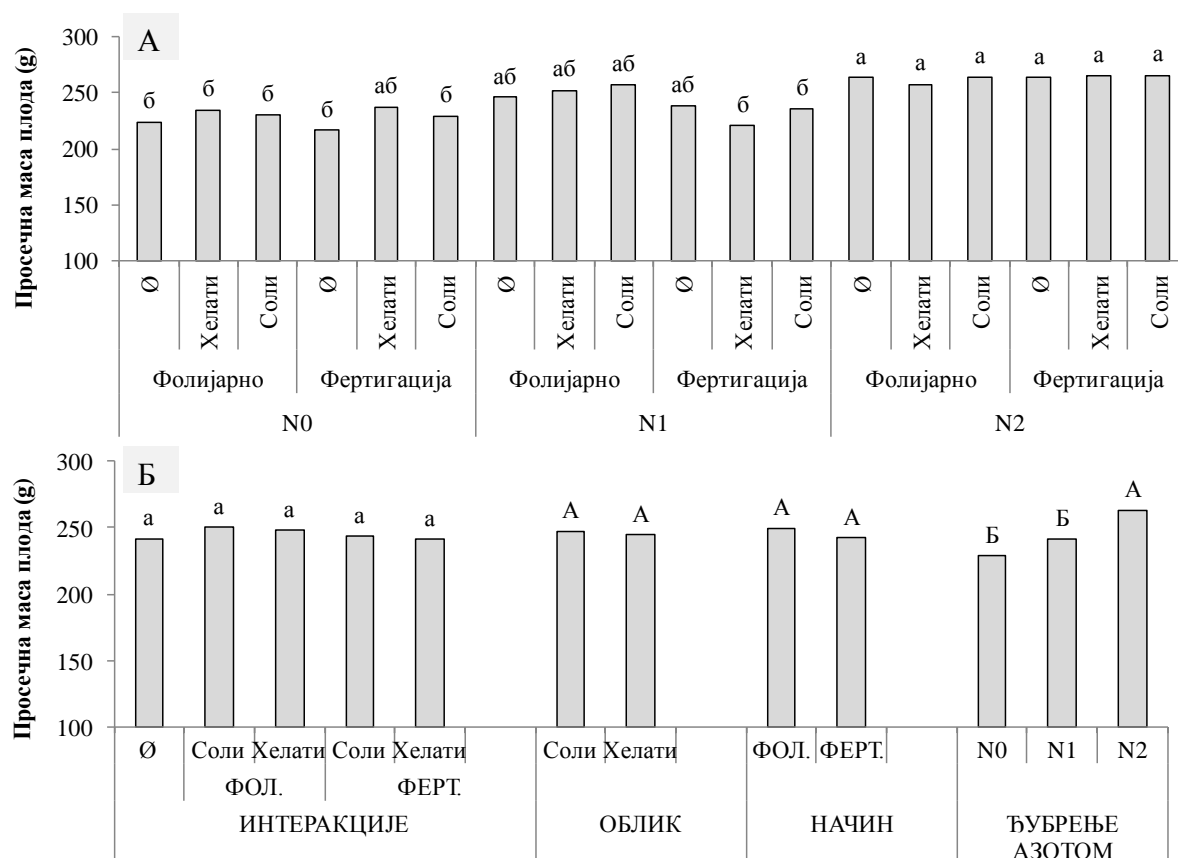


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$). Плава и црвена линија означавају горњу и доњу границу оптималног садржаја.

Графикон 62. Садржај Mn у листу јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

6.3.3. Просечна маса плода, број плодова по стаблу и укупан принос јабуке

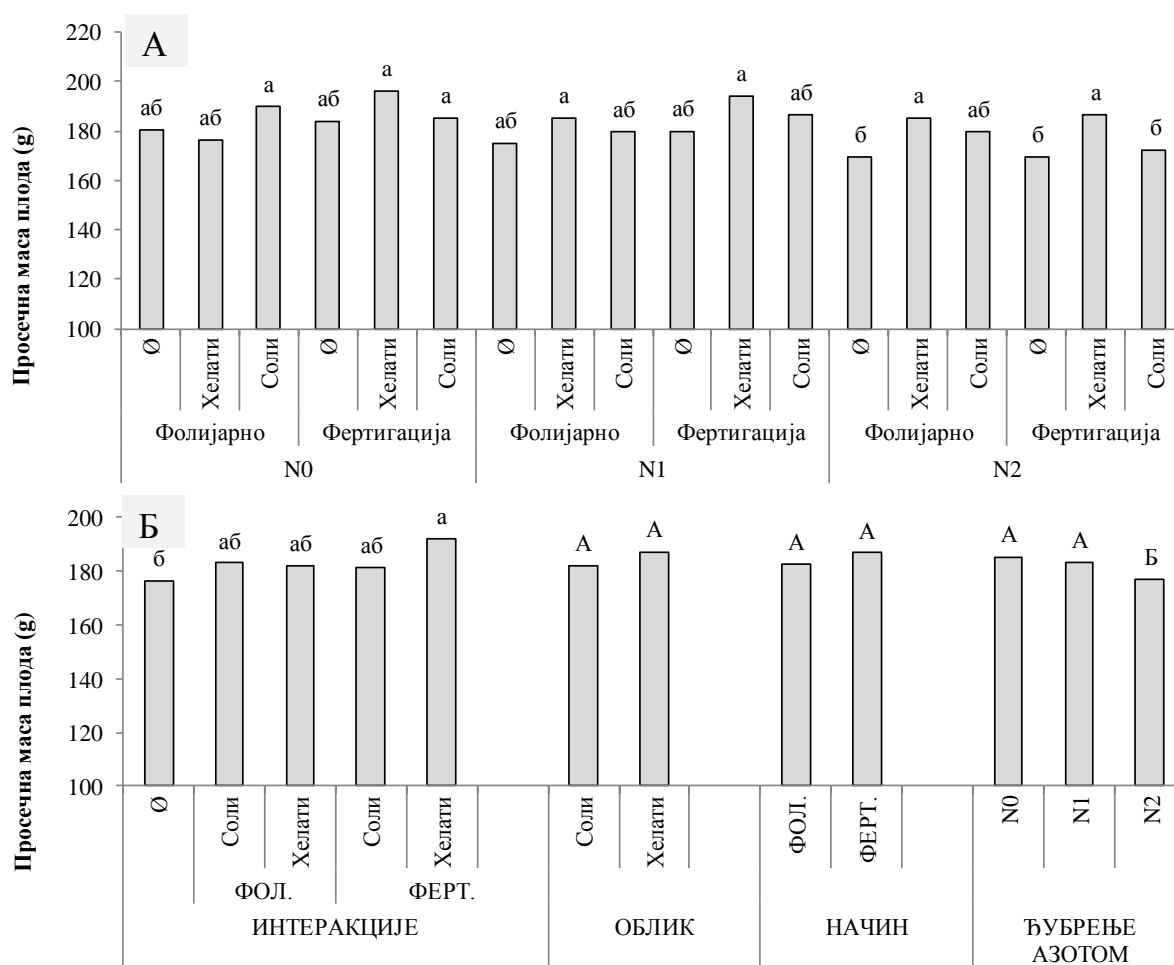
У Графикону 63 приказана је просечна маса плода јабуке у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –фертигација) и ђубрења N у 2014. години. У првој години истраживања просечна маса плода јабуке кретала се од 216 g до 265 g. Примена ђубрива са микроелементима, без обзира на начин примене и облик, није имала утицаја на просечну масу плода јабуке (Графикон 63), док је примена веће дозе N довела до значајног повећања просечне масе плода у односу на контролу и третман са мањом дозом N.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 63. Просечна маса плода јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

У другој години истраживања примена хелата путем фертигације довела је до значајног повећања просечне масе плода у односу на контролу, али не и у односу на остале начине примене ђубрива (Графикон 64). С друге стране, начин примене ђубрива и облик микроелемената у ђубривима нису имали утицаја на просечну масу плода јабуке. Вубрење N у другој години истраживања имало је супротан ефекат на масу плода јабуке у односу на претходну годину. На третману с већом дозом N измерена је значајно мања маса плода јабуке, у односу на контролу и третман с мањом дозом N (Графикон 64). Резултати се могу објаснити чињеницом да је у 2015. години на третману (N2) истовремено са мањом масом плода, измерен значајно већи број плодова у односу на контролу (Графикон 66). С друге стране у првој години истраживања ђубрење азотом није имало утицај на укупан број плодова по стаблу јабуке (Графикон 65).

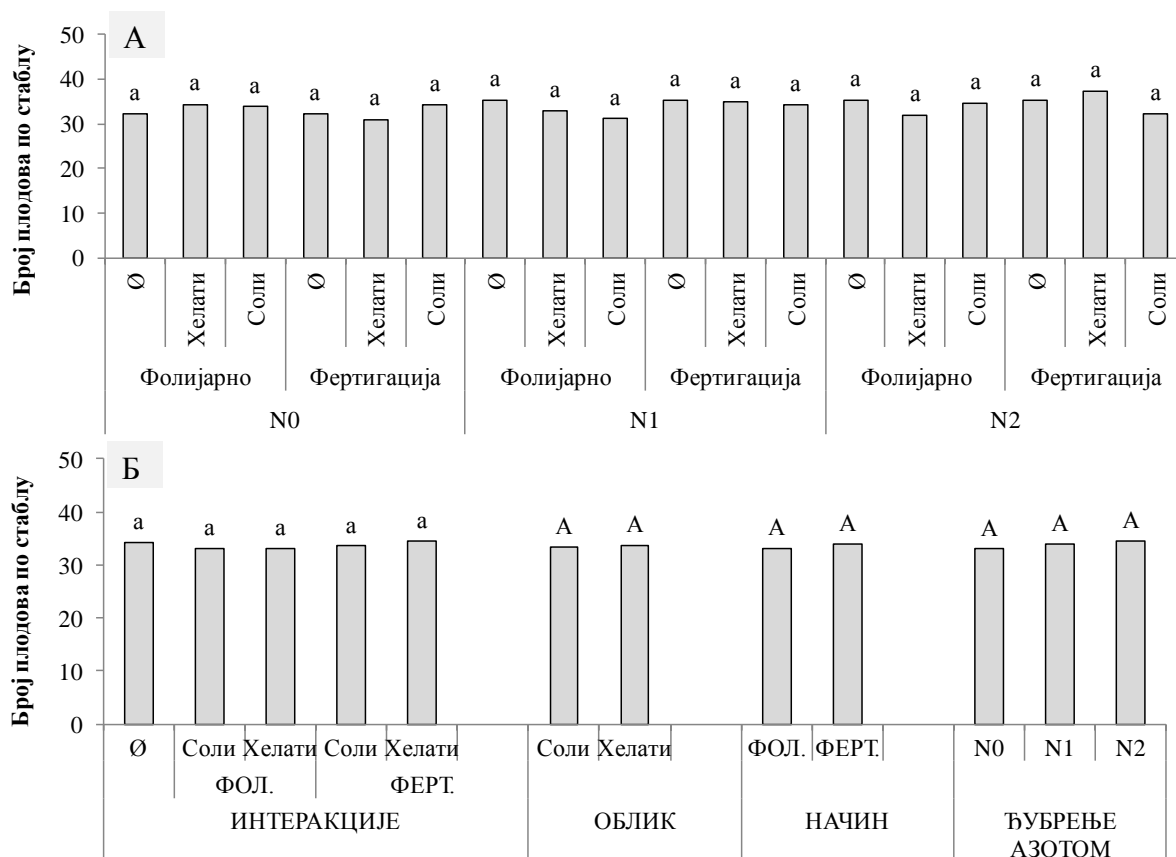


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 64. Просечна маса плода јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

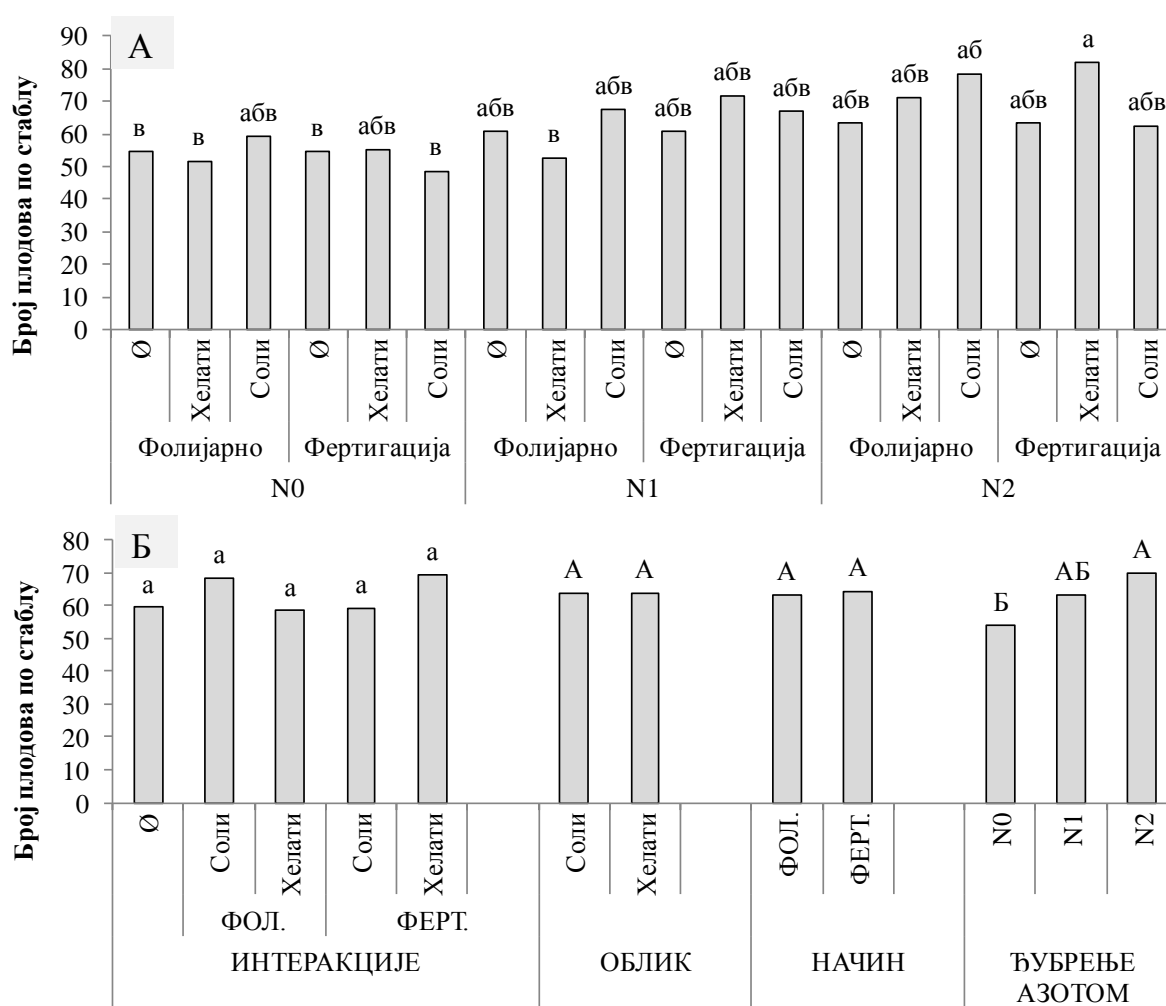
Укупан број плодова јабуке по стаблу није се значајно разликовао између третмана ђубрења микролементима (Графикони 65 и 66), али је у 2015. години примена микроелемента у облику сулфата и путем фертигације у облику хелата, на парцелама са применом веће дозе N ђубрива, довела до значајно већег броја плодова, у односу на парцеле где су примењени микроелементи без N ђубрива (Графикон 66).

У првој годни истраживања укупан број плодова по стаблу кретао се од 31 до 37,4, док је у наредној години измерен готово двоструко већи број плодова који се кретао од 48,6 до 81,8.



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

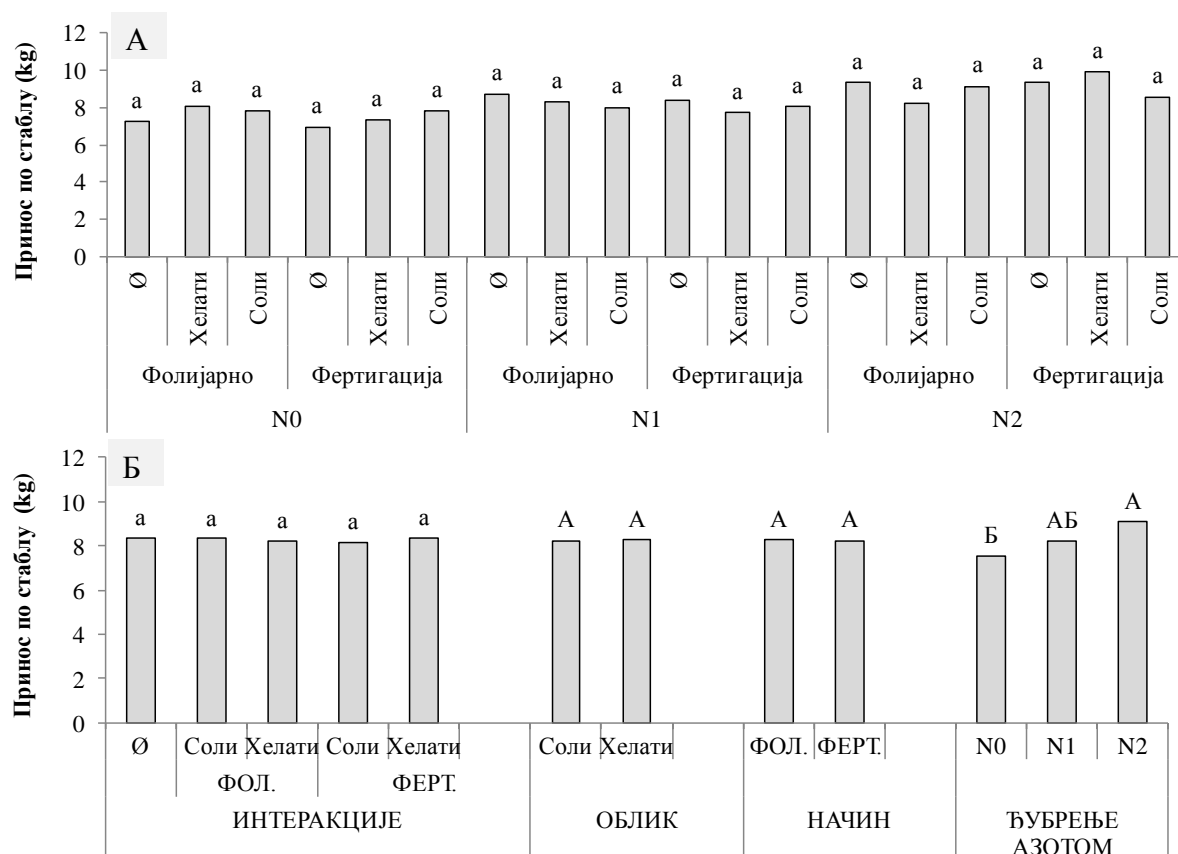
Графикон 65. Број плодова по стаблу јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 66. Број плодова по стаблу јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

У Графикону 67 приказан је принос јабуке у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фелијарно – фертигација) и ђубрења азотом у 2014. години. У првој години истраживања принос плода јабуке по стаблу кретао се од 7,20 до 9,22 кг. Примена ђубрива са микроелементима, без обзира на начин примене и облик, није имала утицаја на укупан принос јабуке (Графикон 67), док је примена веће дозе N довела до значајно већег приноса у односу на контролу (Графикон 67).

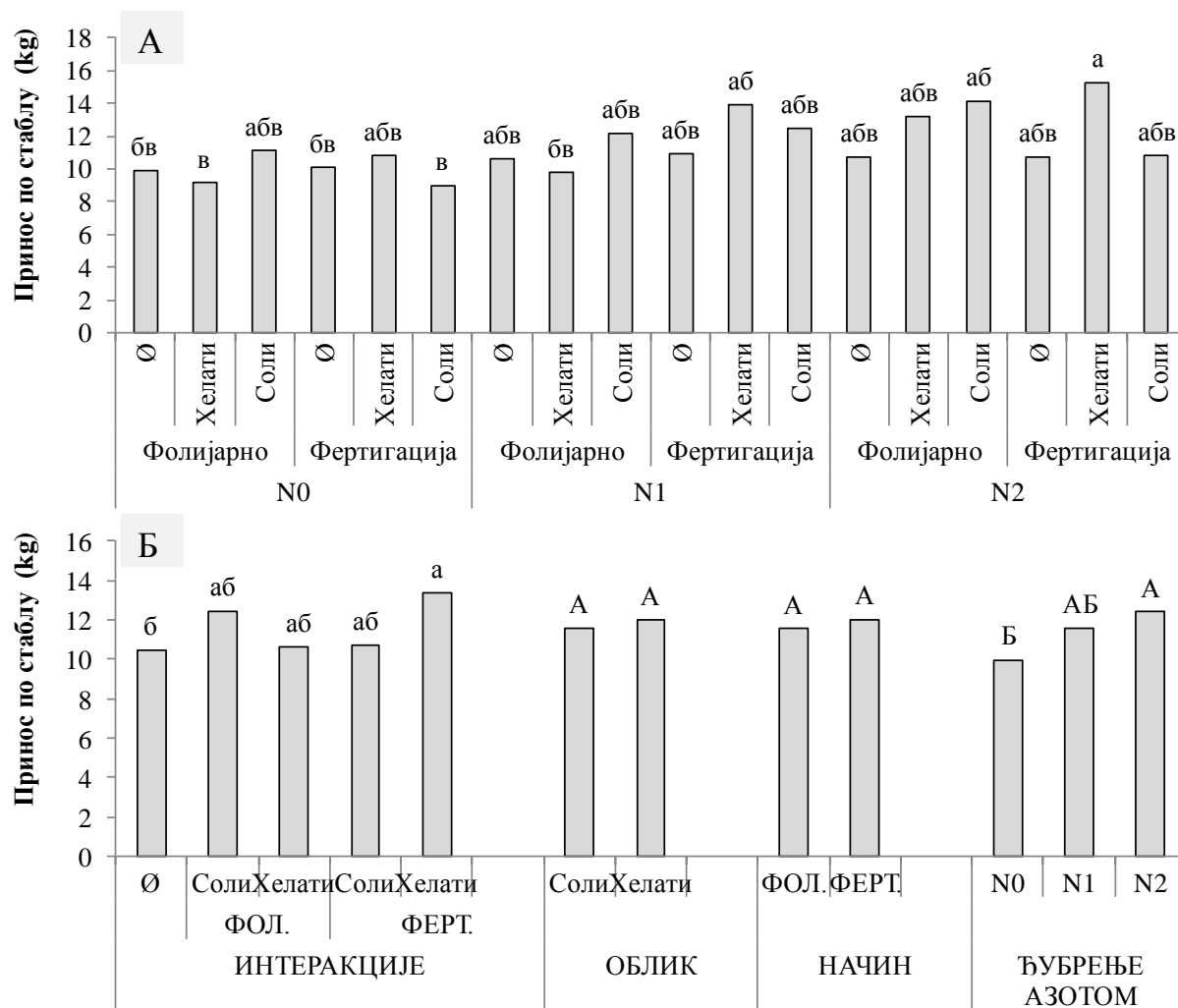


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 67. Укупан принос по стаблу јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

У Графикону 68 приказан је принос јабуке у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –фертигација) и ђубрења азотом у 2015. години. У другој години истраживања остварен је виши принос у односу на претходну годину. Принос у 2015. години кретао се од 9,1 до 13,9 kg по стаблу.

У другој години истраживања, постојале су значајне интеракције између начина и облика примене микроелемената и ђубрења N (Графикон 68). Такође, примена микроелемената у облику хелата довела је до значајно вишег приноса, у односу на контролу, док се на осталим третманима ђубрења са микроелементима принос није значајно разликовао у односу на контролу (Графикон 68). Примена веће дозе азотног ђубрива довела је до значајног повећања приноса, док се принос јабуке на стаблима која су ђубрена с мањом дозом N није значајно разликовао у односу на контролу.



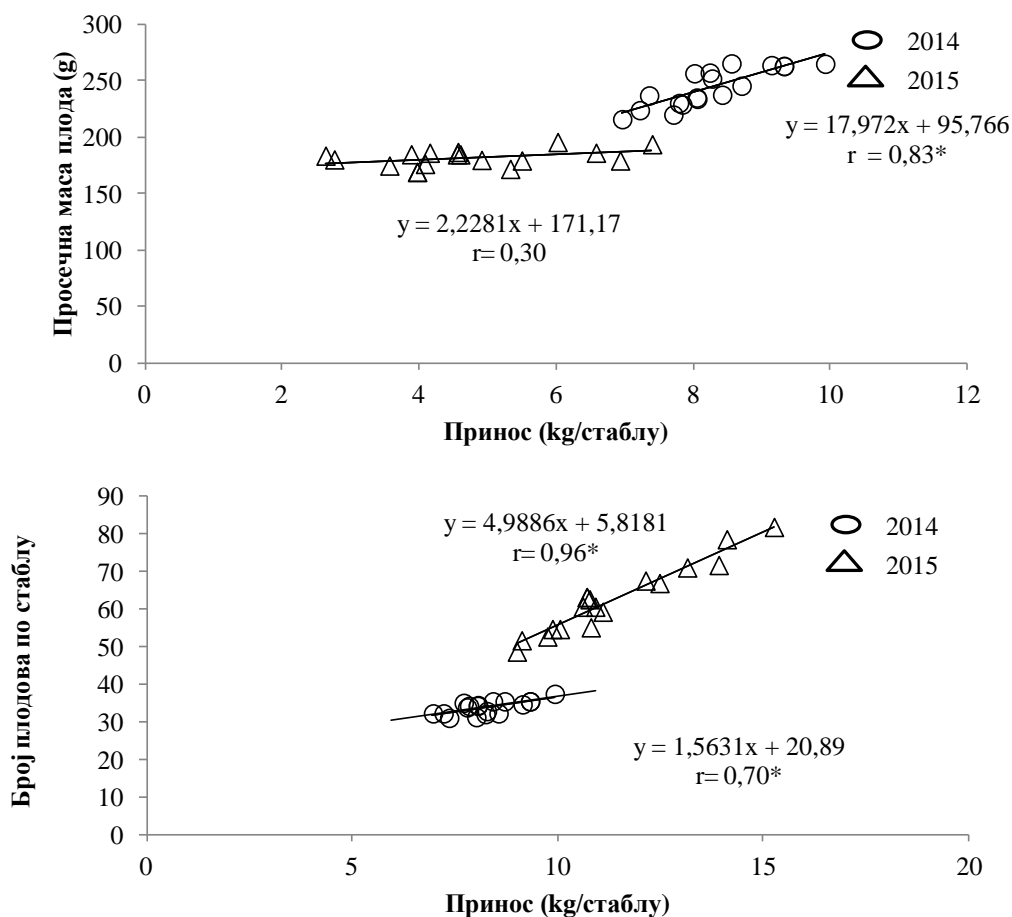
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 68. Укупан принос по стаблу јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

6.3.4. Коefицијенти корелације и једначине регресије између укупног приноса, броја плодова по стаблу и просечне масе плода

На Графикону 69 приказане су једначине регресије и коefицијенти корелације између приноса, укупног броја плодова и просечне масе плода јабуке у 2014. и 2015. години. У првој години истраживања постојала је значајна линеарна корелација између укупног приноса с једне стране, и броја плодова по стаблу и просечне масе плода с друге стране, при чему је принос у већој мери зависио од просечне масе плода. У другој години истраживања принос је такође био у позитивној корелацији с

бројем плодова по стаблу, али не и са просечном масом плода, као што је то био случај у претходној години.



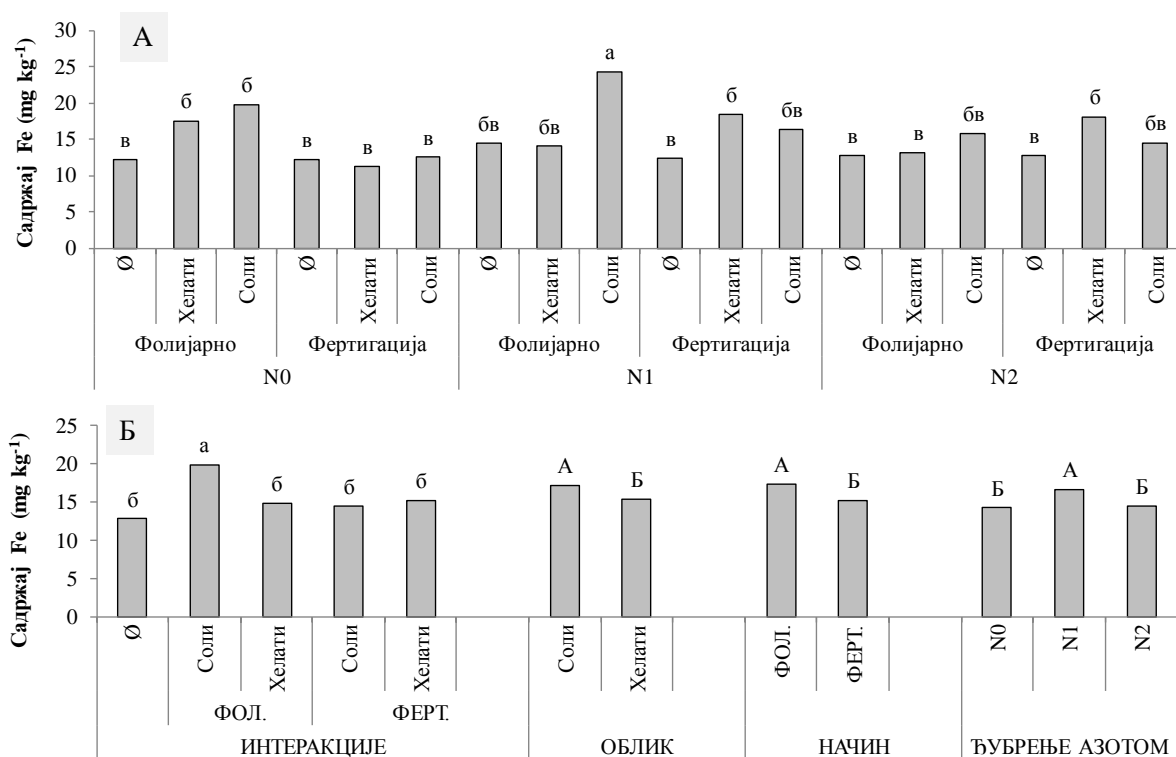
* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 69. Једначине регресије и коефицијенти корелације између укупног приноса јабуке, броја плодова по стаблу и просечне масе плода јабуке.

6.3.5. Садржај микроелемената у плоду јабуке

У Графикону 70 приказан је садржај Fe у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –фертигација) и ђубрења азотом у 2014. години. Садржај Fe у сувој маси плода јабуке у првој години истраживања кретао се од 11,19 до 24,31 mg Fe kg⁻¹. Фолијарна примена Fe-сулфата довела је до значајног повећања концентрације Fe у плоду јабуке, не само у односу на контролу већ и у односу на остале третмане. Примена Fe ђубрива у облику сулфата довела је до значајног повећања концентрације Fe у плоду јабуке, у односу на примену Fe у облику

хелата. Такође, фолијарна примена довела је до више концентрације гвожђа у плоду јабуке, у односу на примену путем фертигације. Вубрење азотом је такође имало позитиван значајан утицај на концентрацију гвожђа у плоду јабуке (Графикон 70).

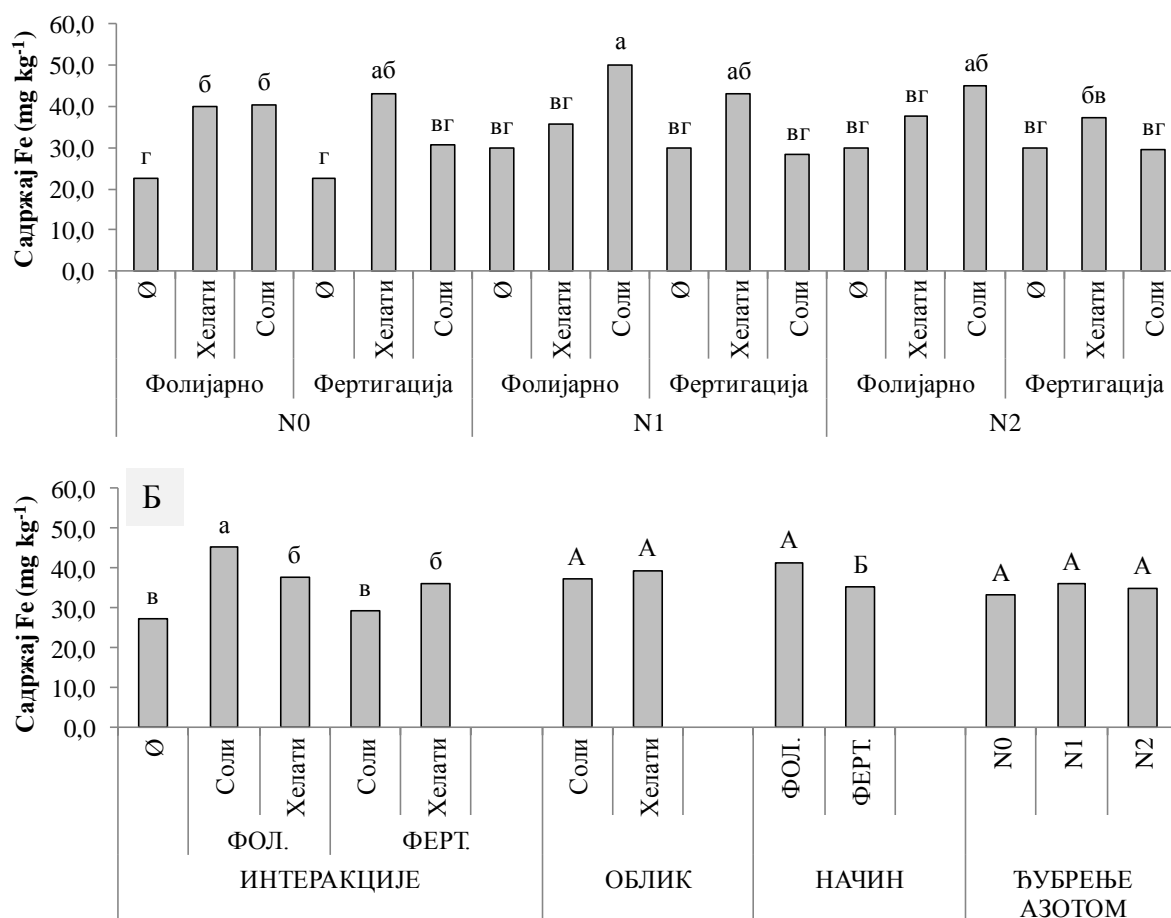


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 70. Садржај Fe у сувој маси плода јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања (2015. год) измерен је готово три пута виши садржај Fe у сувој маси плода јабуке (од 22,56 до 50,26 mg Fe kg⁻¹). Као и у првој години истраживања, највиши садржај Fe у плоду јабуке измерен је на третману са фолијарном применом Fe-сулфата. Поред овог третмана, значајно виши садржај Fe, у односу на контролу, измерен је и на третманима где је фолијарно и путем фертигације примењено Fe у облику хелата (Графикон 71). Садржај Fe у плоду јабуке није се значајно разликовао, у зависности од облика Fe у ђубривима, али је постојала значајна разлика између начина примене. Као и у претходној години, фолијарна примена довела је до вишег садржаја Fe у плоду јабуке у односу на примену путем

фертигације. За разлику од претходне године, у 2015. години примена азотних ђубрива није имала утицаја на садржај Fe у плоду јабуке (Графикон 71).

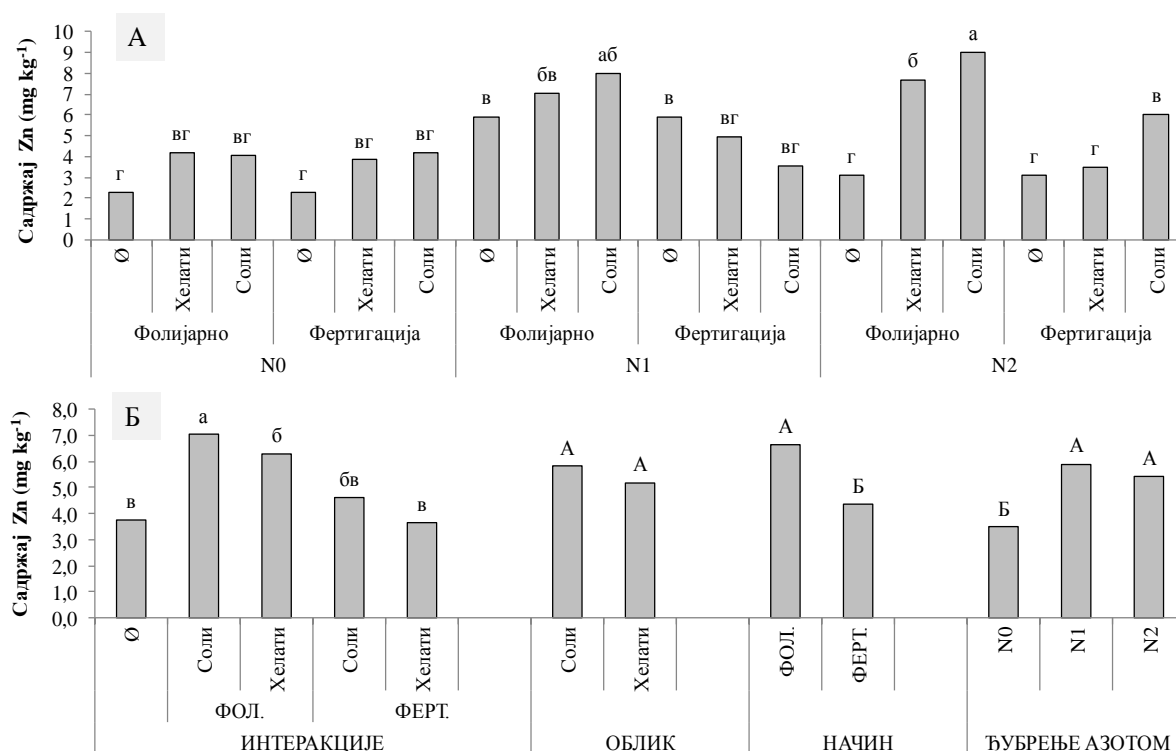


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 71. Садржај Fe у сувој маси плода јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

У Графикону 72 приказан је садржај Zn у сувој маси плода јабуке у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –фертигација) и ђубрења азотом у 2014. години. Садржај Zn у сувој маси плода јабуке у првој години истраживања кретао се од 2,28 до 9,00 mg Zn kg⁻¹. Фолијарна примена Zn-сулфата довела је до значајног повећања концентрације Zn у плоду јабуке, не само у односу на контролу, већ и у односу на остале третмане. Фолијарна примена Zn-хелата такође је довела до значајног повећања Zn у плоду, у односу на контролу и примену Zn-хелата путем фертигације. Фолијарна примена Zn ђубрива довела је до значајног повећања

садржаја Zn у плоду јабуке, у односу на примену Zn путем фертигације. Садржај Zn у плоду јабуке се није значајно разликовао у зависности од облика Zn у ђубривима. Вубрење N је имало позитиван значајан утицај на садржај Zn у плоду јабуке (Графикон 72).

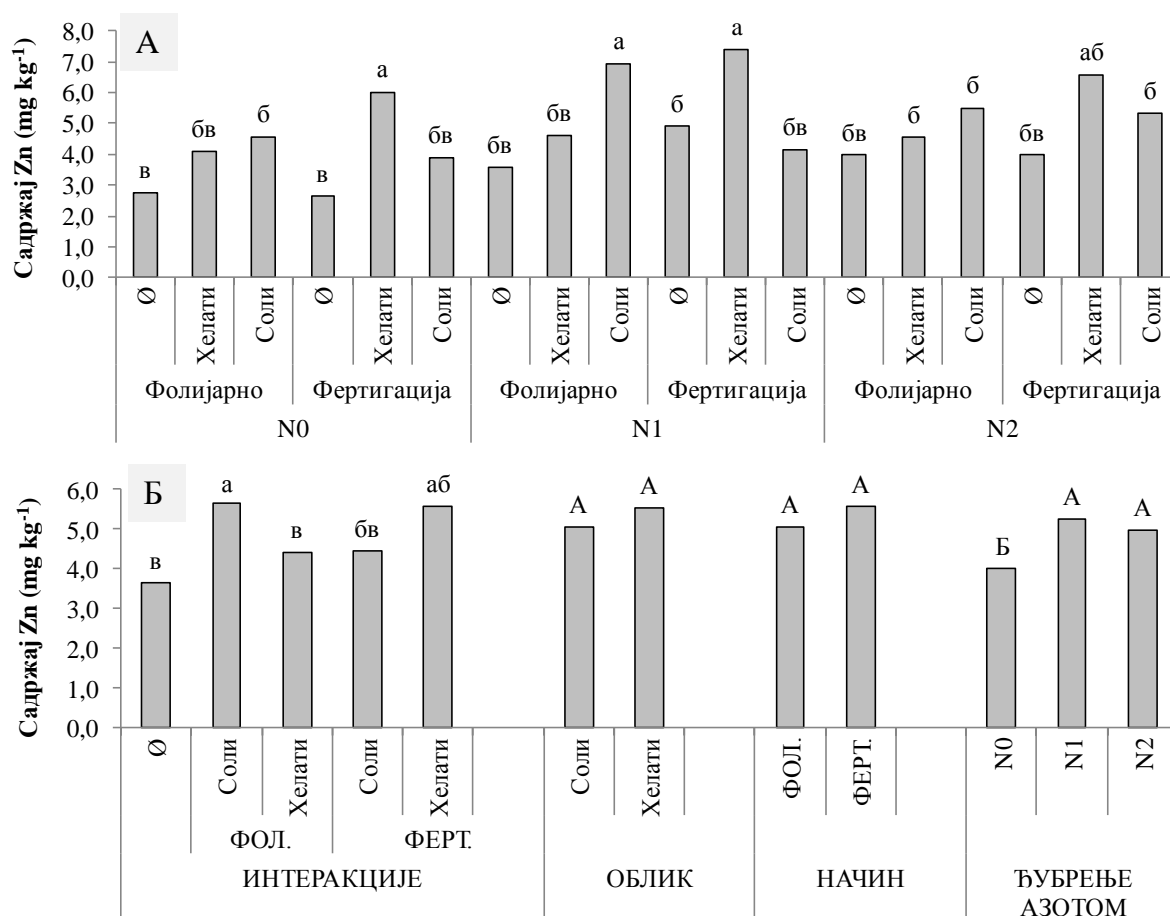


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 72. Садржај Zn у сувој маси плода јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања (2015. год) садржај Zn у сувој маси плода јабуке је био на сличном нивоу као и претходне године (од 2,76 до 7,40 mg Zn kg⁻¹). Као и у првој години истраживања, највиши садржај Zn у плоду јабуке измерен је на третману са фолијарном применом Zn-сулфата. Поред тог третмана, значајно виши садржај Zn, у односу на контролу, измерен је и на третману где је Zn примењен путем фертигације у облику Zn хелата (Графикон 73). Садржај Zn у плоду јабуке није се значајно разликовао у зависности од облика Zn у ђубривима, или начина примене Zn ђубрива. С друге стране, примена азотних ђубрива довела је до значајно вишег садржаја Zn у

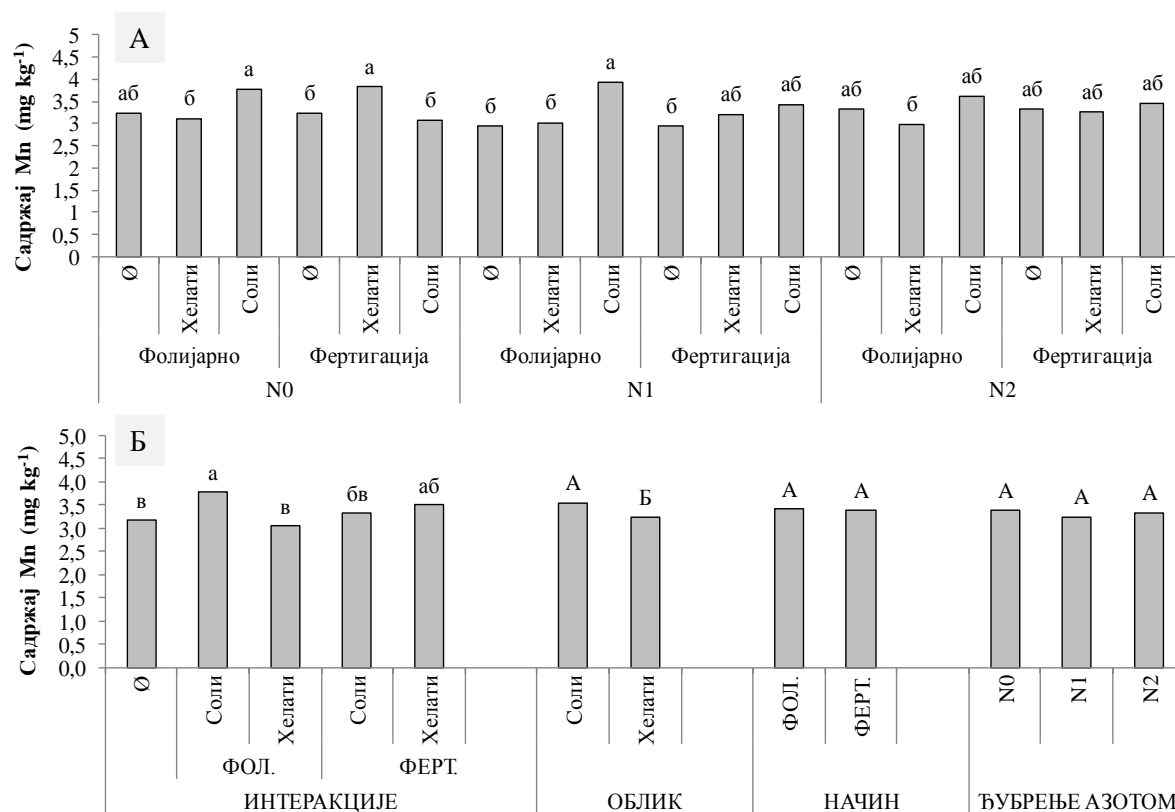
плоду јабуке у односу на контролу, при чему разлике између доза азотних ђубрива нису биле значајне (Графикон 73).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 73. Садржај Zn у сувој маси плода јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

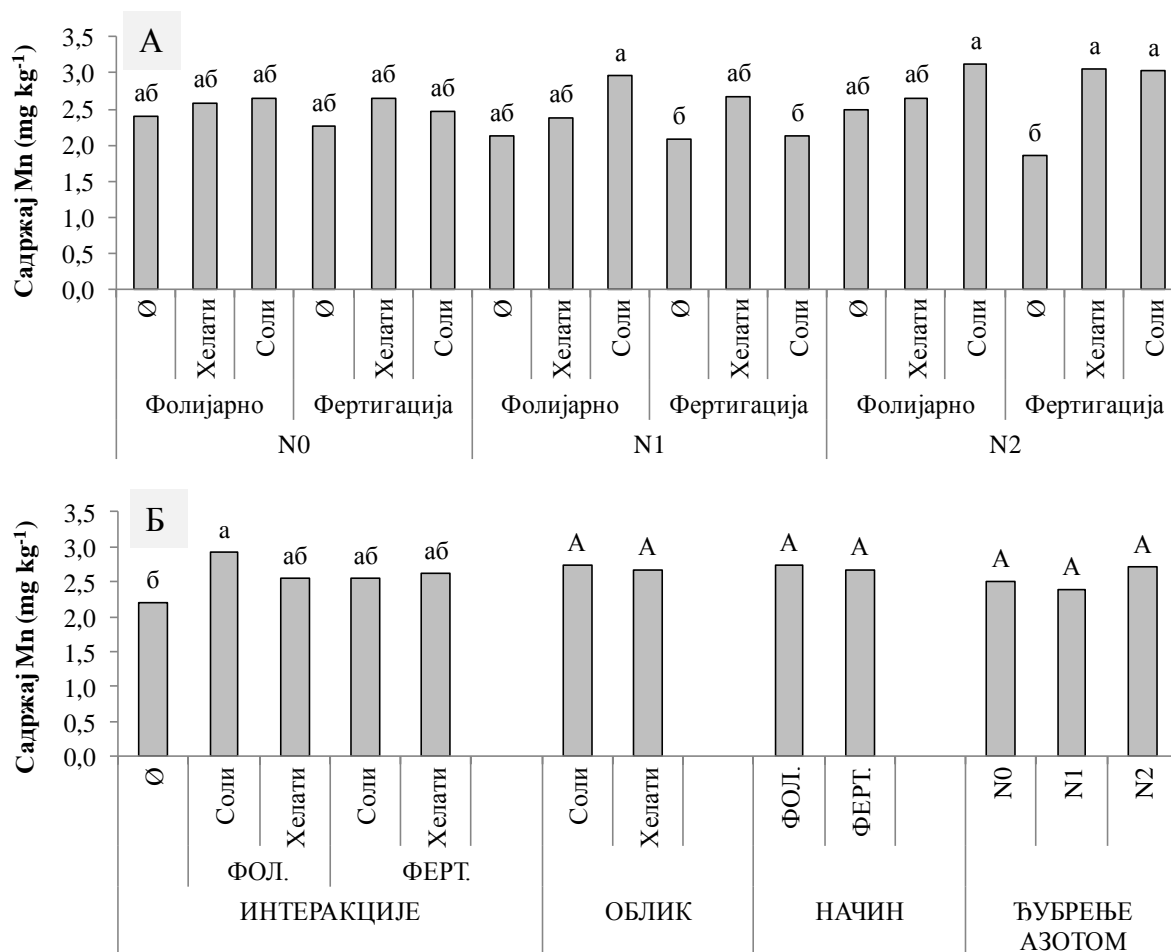
У Графикону 74 приказан је садржај Mn у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –фертигација) и ђубрења N у 2014. години. Садржај Mn у сувој маси плода јабуке у првој години истраживања кретао се од 2,96 до 3,94 mg Mn kg⁻¹. Фолијарна примена Mn-сулфата и примена Mn-хелата довела је до значајно више концентрације Mn у плоду јабуке у односу на контролу. Примена Mn ђубрива у облику соли довела је до значајног повећања концентрације Mn у плоду јабуке, у односу на примену Mn у облику хелата, док се садржај Mn у плоду јабуке није значајно разликовао у зависности од начина примене Mn ђубрива. Вубрење N је имало значајан утицај на садржај Mn у плоду јабуке (Графикон 74).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 74. Садржај Mn у сувој маси плода јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања (2015. год) у плоду јабуке измерен је и садржај Mn у сувој маси плода јабуке, који је био на сличном нивоу као и претходне године (од 2,08 до 3,12 mg Mn kg^{-1}). Као и у првој години истраживања, највиши садржај Mn у плоду јабуке измерен је фолијарном применом Mn-сулфата, док се код осталих третмана ђубрења његов садржај није значајно разликовао у односу на контролу (Графикон 75). Садржај Mn у плоду јабуке није се значајно разликовао у зависности од облика Mn у ђубривима, начина примене или ђубрења N (Графикон 75).

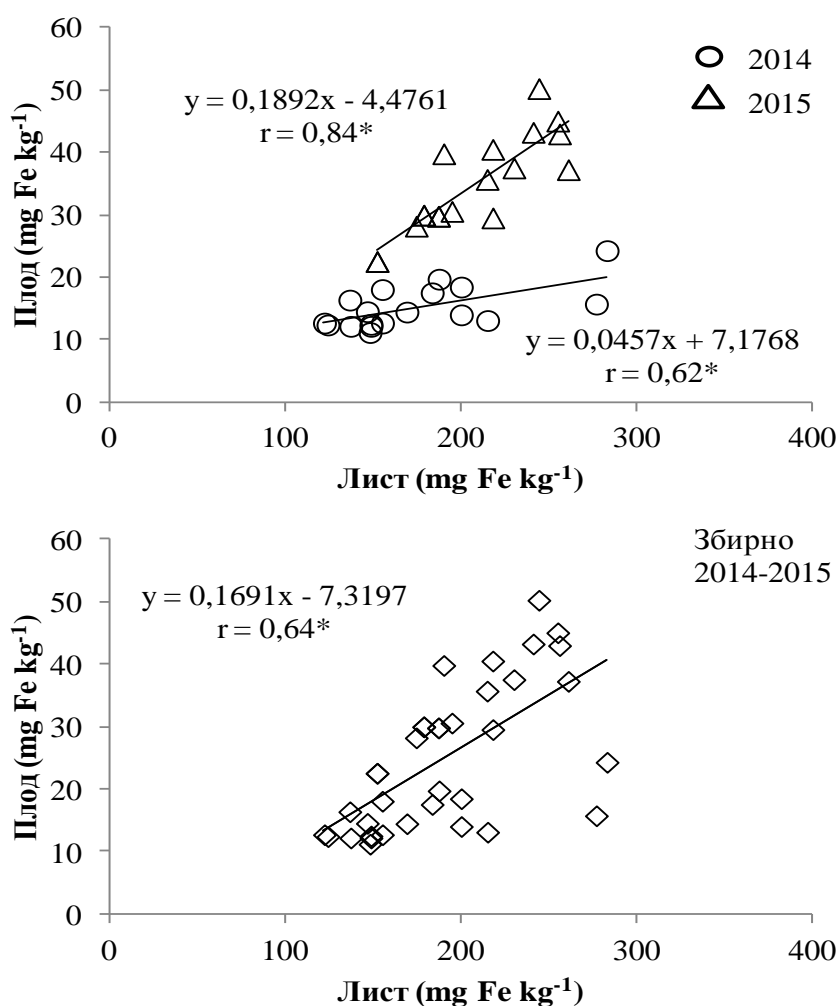


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 75. Садржај Mn у сувој маси плода јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

6.3.6. Коефицијенти корелације и једначине регресије између садржаја микроелемената у листу и плоду јабуке

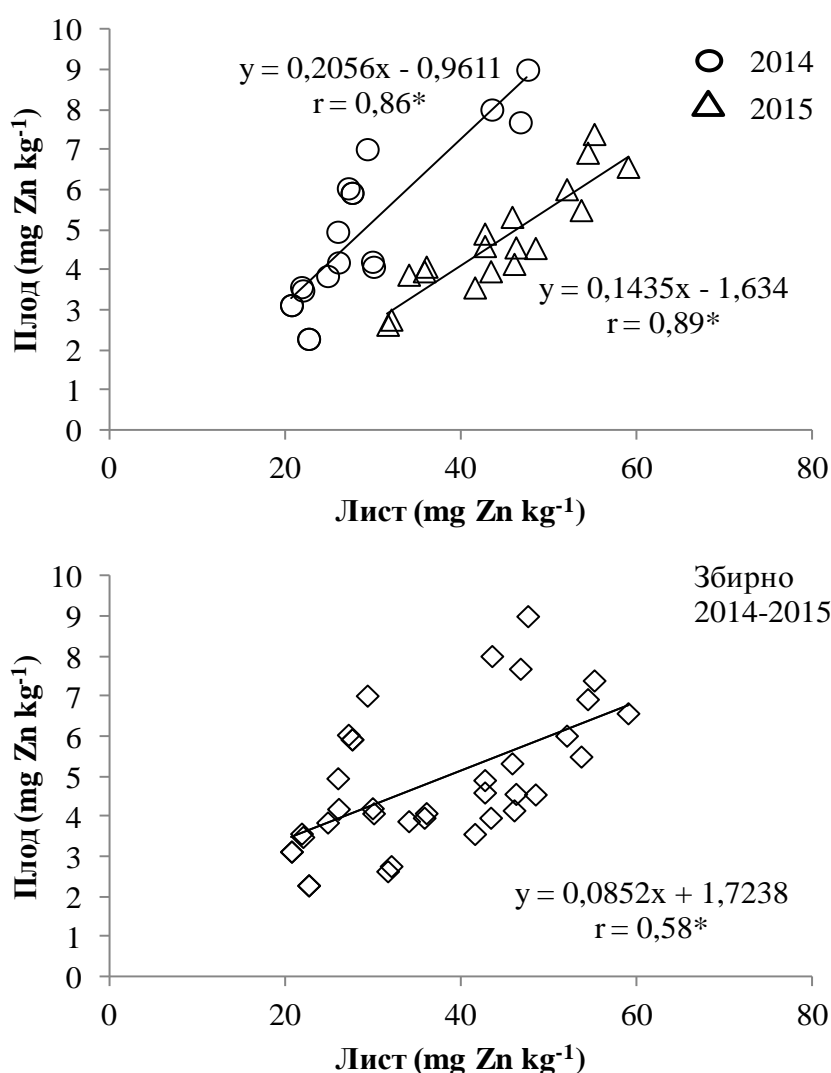
На Графикону 76 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Fe у сувој маси листа и плода јабуке у 2014. и 2015. години. У обе године истраживања постојала је значајна линеарна корелација између садржаја Fe у листу и плоду јабуке, при чему је јача зависност била у другој години истраживања.



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коефицијент корелације; r_s , Spearmanov коефицијент корелације.

Графикон 76. Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Fe у листу и плоду јабуке.

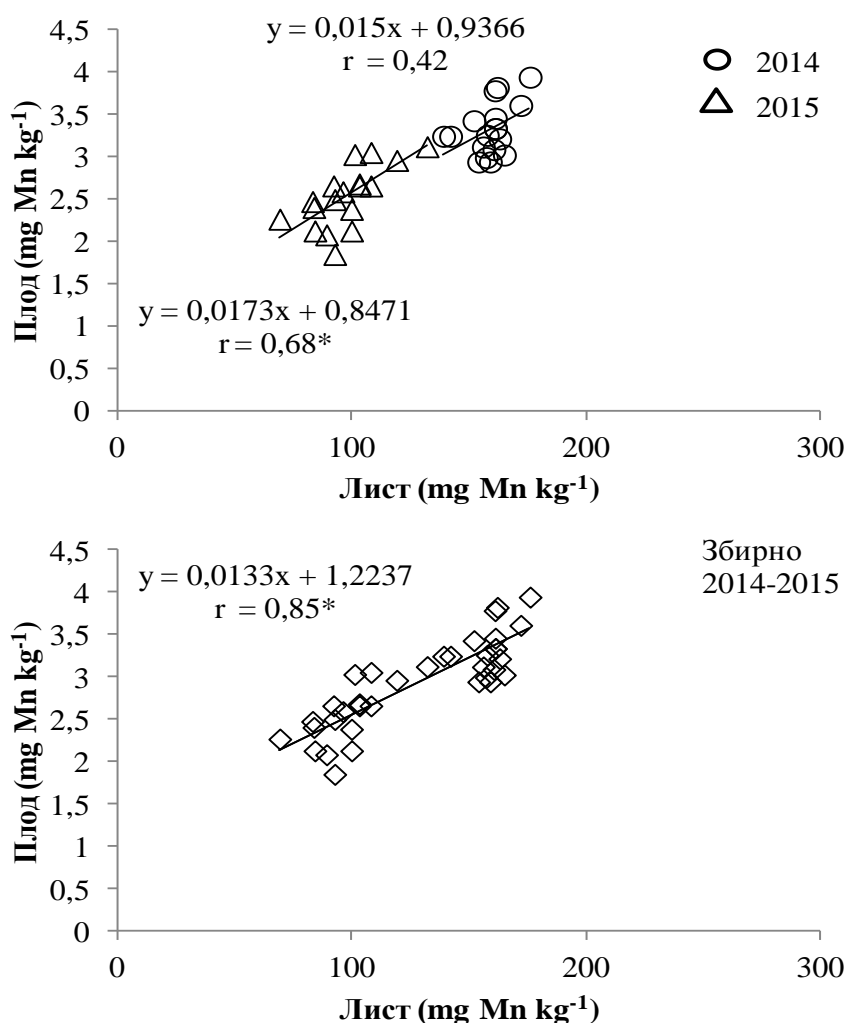
На Графикону 77 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Zn у сувој маси листа и плода јабуке у 2014. и 2015. години. У обе године истраживања постојала је значајна линеарна корелација између садржаја Zn у листу и плоду јабуке, при чему је нешто већа вредност коефицијента корелације измерена у другој години истраживања. Такође, коефицијент корелације између ова два параметра био је значајан, и уколико се обе године посматрају заједно.



* Коефицијенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonов коефицијент корелације; r_s , Spearmanов коефицијент корелације.

Графикон 77. Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Zn у листу и плоду јабуке.

На Графикону 78 приказане су једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Mn у сувој маси листа и плода јабуке у 2014. и 2015. години. У првој години истраживања није утврђена значајна корелације између ова два параметра, док је у другој години постојала значајна линеарна корелација између садржаја Mn у листу и плоду јабуке. Такође, коефицијент корелације између ова два параметра био је значајан, и уколико се обе године посматрају заједно.



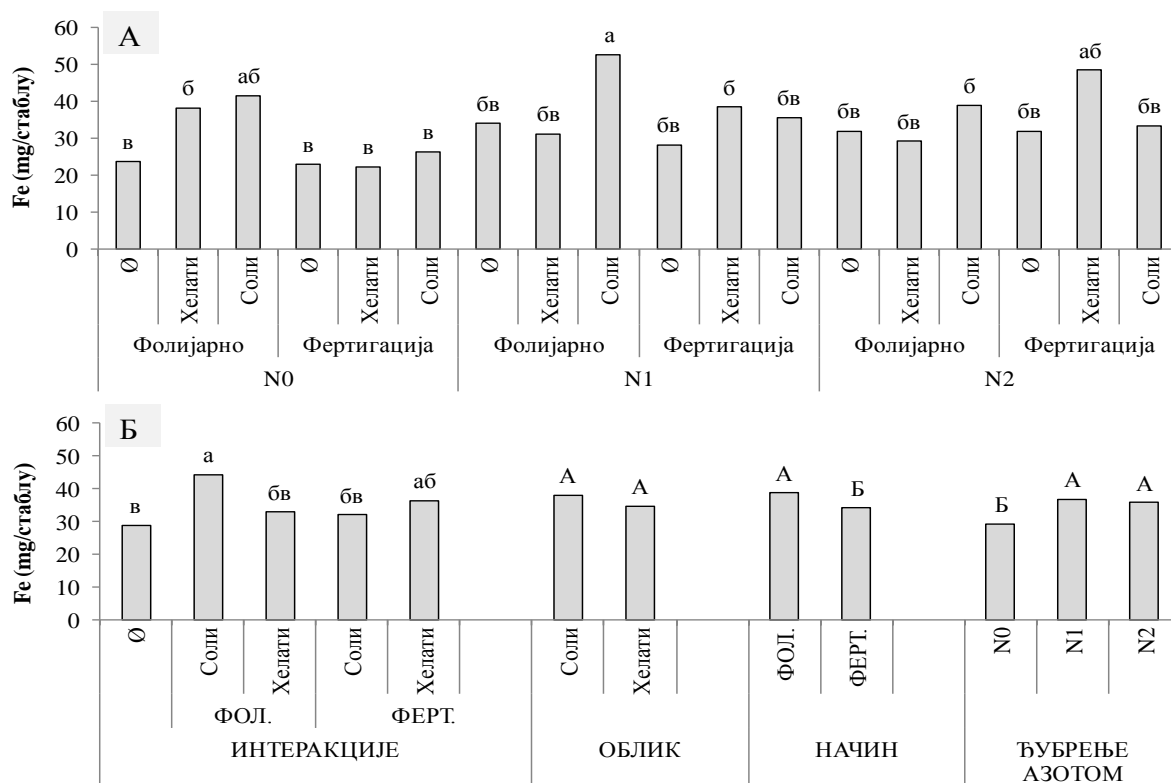
* Коэффициенти корелације су статистички значајно на нивоу ($p < 0,05$). r , Pearsonov коэффициент корелације; r_s , Spearmanov коэффициент корелације.

Графикон 78. Једначине регресије и коефицијенти корелације између садржаја Mn у листу и плоду јабуке.

6.3.7. Изношење микроелемената приносом јабуке

У Графикону 79 приказане су изнете количине Fe приносом јабуке у првој години истраживања (2015. год.) у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –фертигација) и ђубрења N у 2014. години. Укупно изнета количина Fe приносом јабуке у првој години истраживања кретала се од 22,4 до 48,4 mg Fe по стаблу јабуке, што је еквивалентно количинама од 67,2 g Fe ha⁻¹ до 145g Fe ha⁻¹ (густина садње 3000 стабала по ha). Фолијарна примена Fe-сулфата и примена Fe-хелата путем фертигације довела је до значајно већег изношења Fe приносом јабуке у

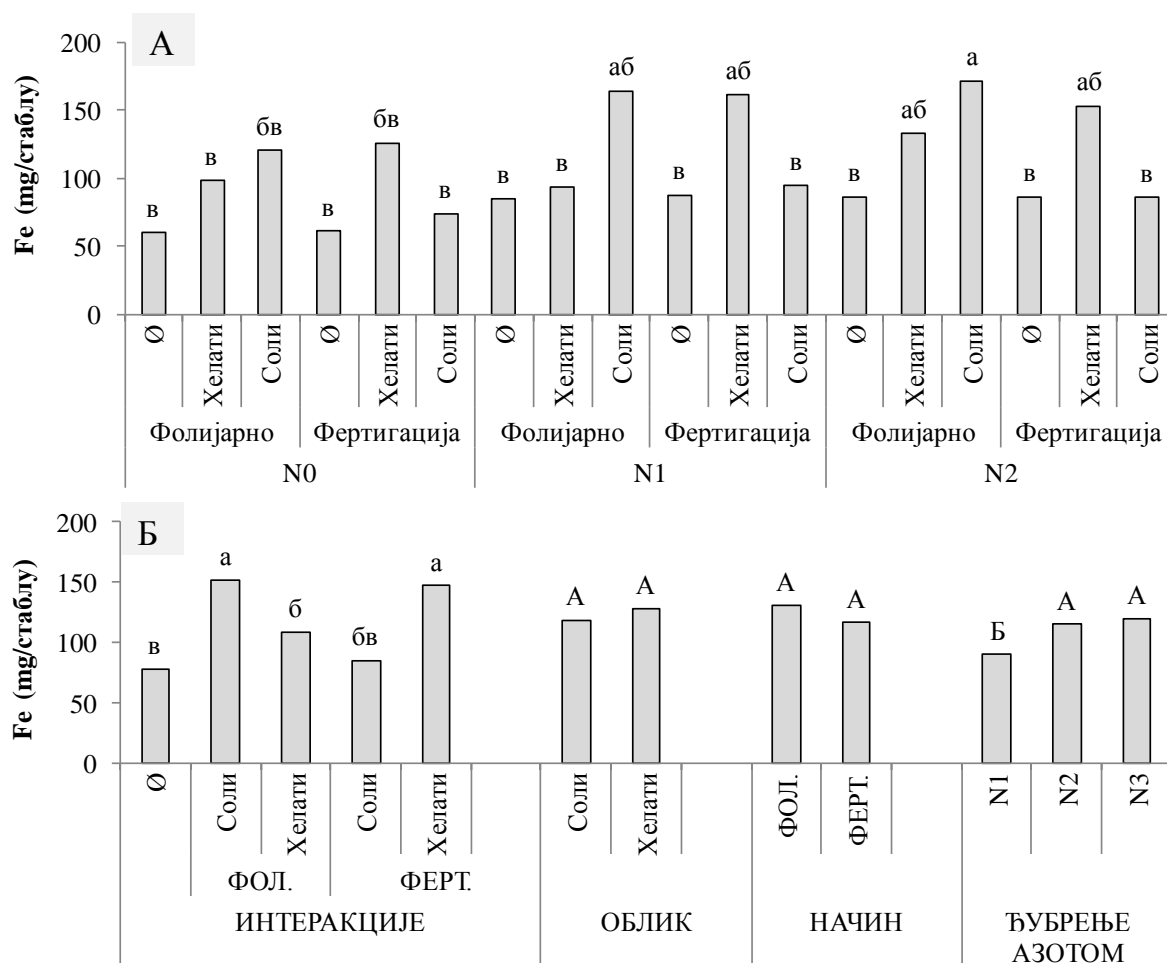
односу на контролу. Посматрано у просеку, фолијарна примена Fe ђубрива довела је до веће акумулације гвожђа у плоду јабуке, у односу на примену путем фертигације, при чему разлике између облика Fe у ђубриву нису биле статистички значајне. Вубрење N је имало значајан утицај на повећање изнетог Fe приносом јабуке (Графикон 79).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 79. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања (2015. год), приносом јабуке изнето је готово двоструко више Fe (од 60,1 до 171,1 mg Fe стаблу⁻¹) у односу на претходну годину. Као и у првој години истраживања, највише Fe изнето је приносом јабуке на третману са фолијарном применом Fe -сулфата. Поред овог третмана, значајно више Fe у односу на контролу изнето је и на третманима где је фолијарно и путем фертигације примењено Fe у облику хелата (Графикон 80). Изнета количина Fe приносом јабуке није се значајно разликовала у зависности од облика Fe у ђубривма, нити између начина примене. Као и у претходној години, примена азотних ђубрива имала је утицаја на садржај Fe у плоду јабуке, односно изношење Fe приносом (Графикон 80).

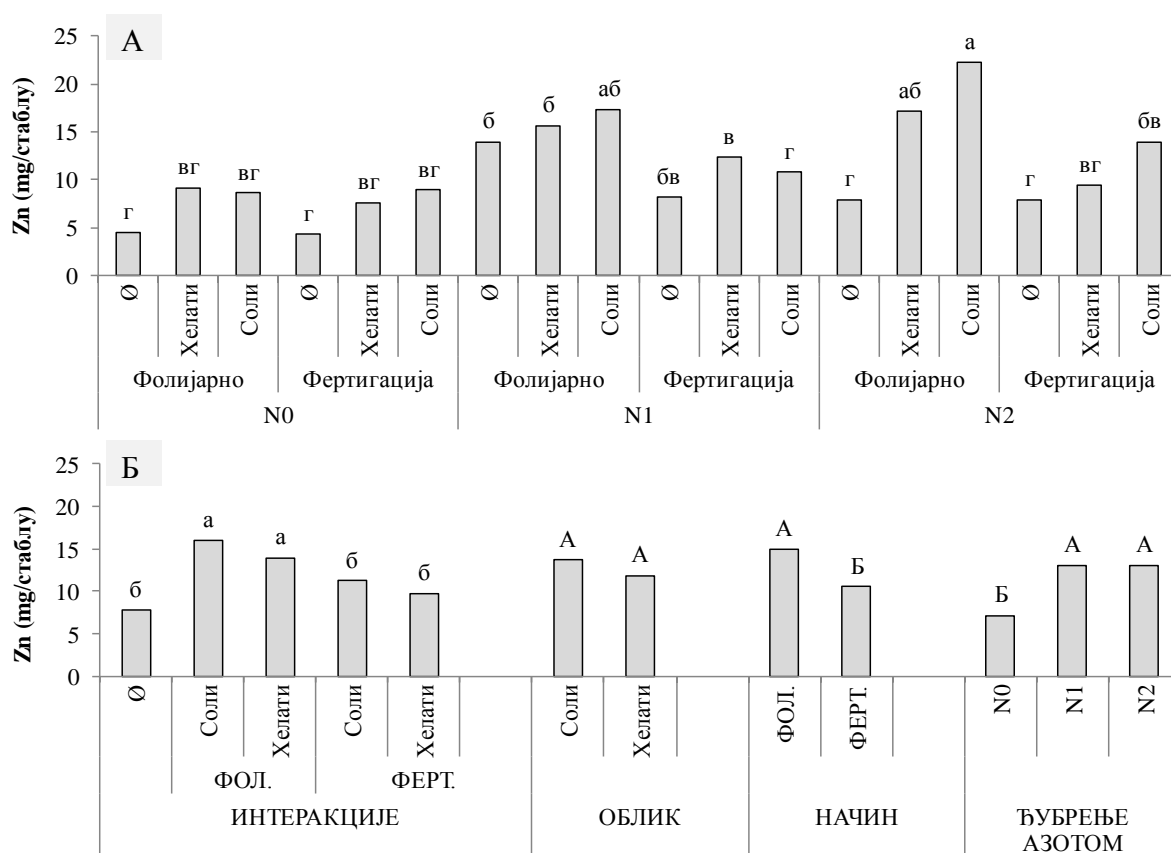


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 80. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У Графикону 81 приказана су изнете количине Zn приносом јабуке у првој години истраживања (2015. год.) у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења N у 2014. години. Укупно изнета количина Zn приносом јабуке у првој години истраживања кретала се од 4,28 до 22,23 mg Zn по стаблу јабуке, што је еквивалентно количинама од 12,85 g Zn ha⁻¹ до 66,69 g Zn ha⁻¹ (густина садње 3000 стабала по ha). Фолијарна примена Zn-сулфата и хелата довела је до значајно већег изношења Zn приносом јабуке у односу на контролу. Посматрано у просеку, фолијарна примена Zn ђубрива довела је до веће акумулације Zn у плоду јабуке, у односу на примену путем фертигације, при чему разлике између

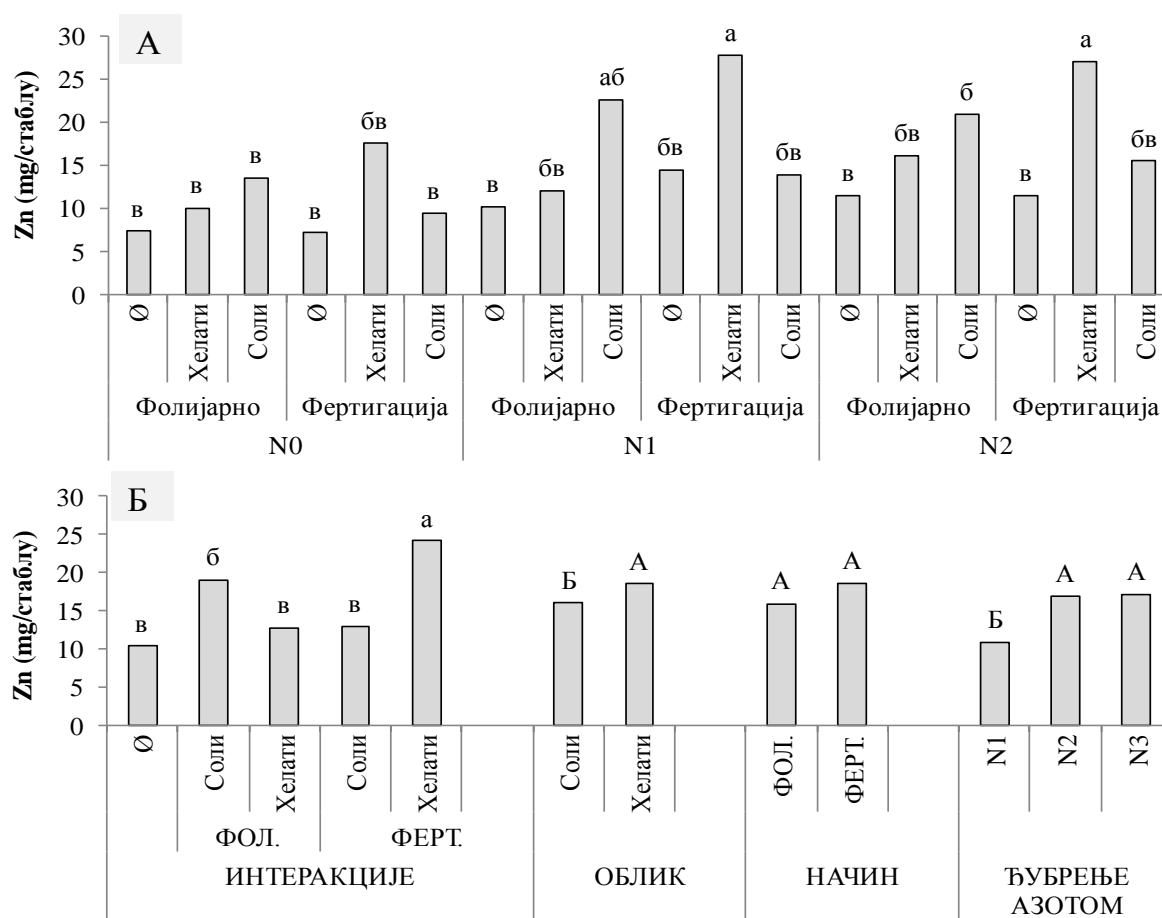
облика Zn у ђубриву нису биле статистички значајне. Вубрење N је имало значајан утицај на повећање изнетог Zn приносом јабуке (Графикон 81).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 81. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

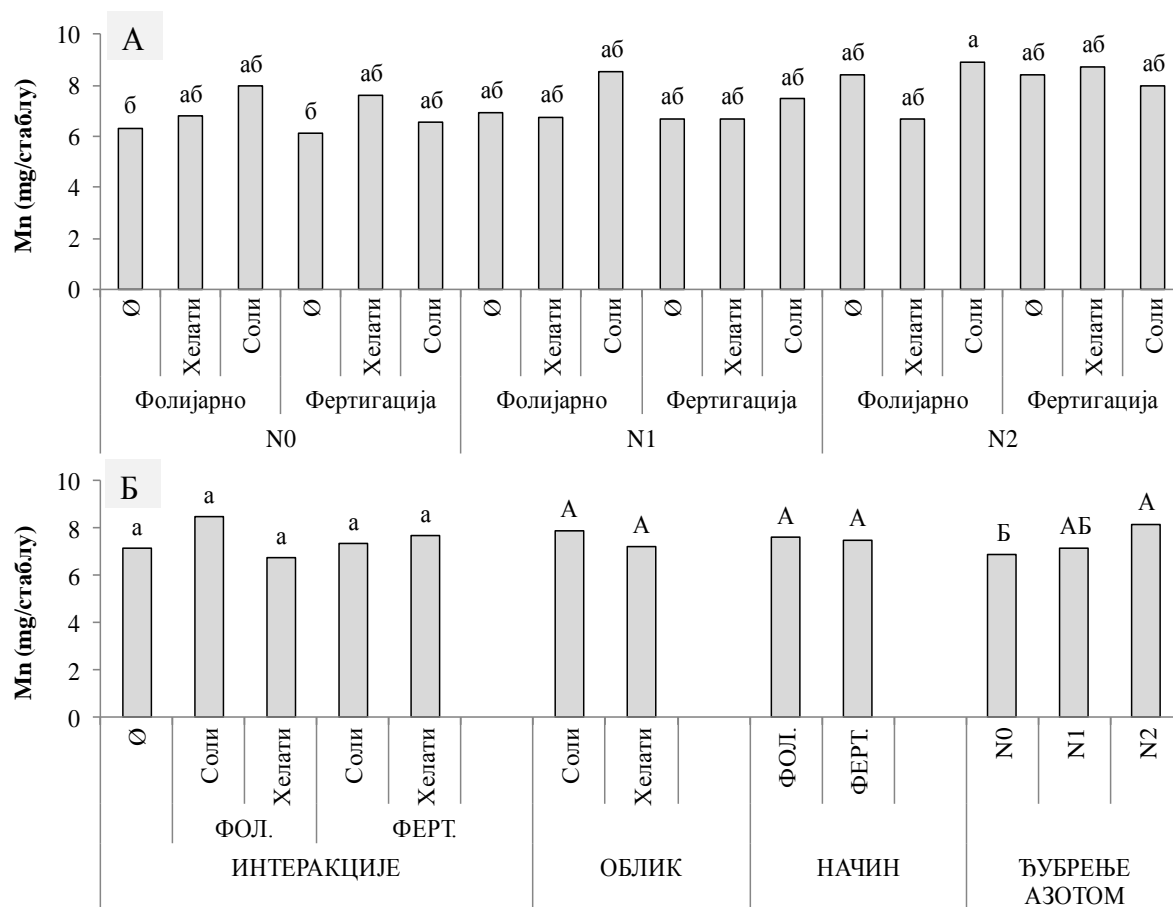
У другој години истраживања (2015. год), приносом јабуке изнете су приближно идентичне количине Zn (од 7.14 до 27.7 mg Zn стаблу⁻¹) као и претходне године. За разлику од претходне године, у другој години истраживања највише Zn изнето је приносом јабуке на третману са применом Zn-хелата путем фертигације. Поред овог третмана, значајно више Fe у односу на контролу изнето је и на третманима где је фолијарно примењено Zn-сулфат (Графикон 82). Изнета количина Zn приносом јабуке значајно се разликовала, у зависности од облика Zn у ђубривима, али се није значајно разликовала у зависности од начина примене. Као и у претходној години, примена азотних ђубрива имала је утицаја на садржај Zn у плоду јабуке, односно изношење Zn приносом (Графикон 82).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 82. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана)

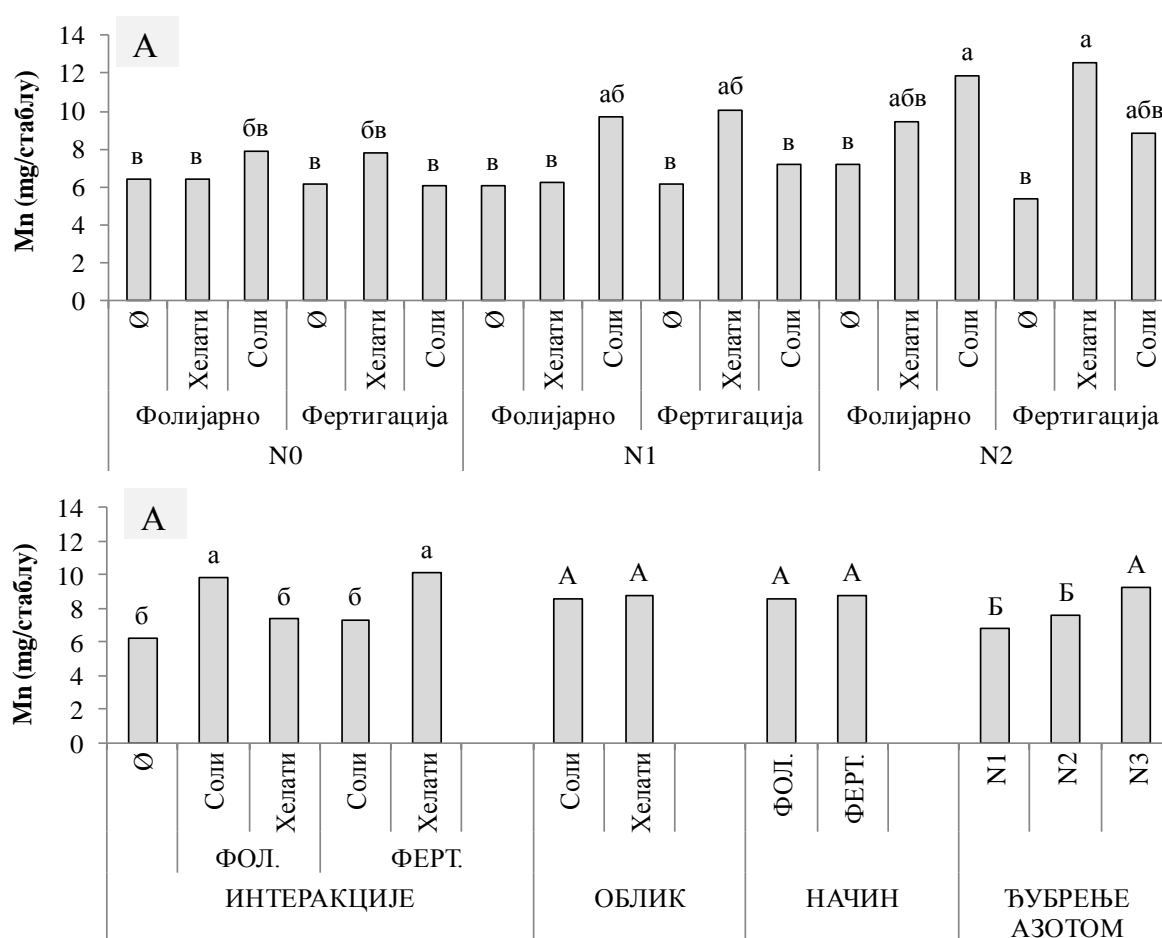
У Графикону 83 приказане су изнете количине Mn приносом јабуке у првој години истраживања (2015. год.) у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења N у 2014. години. Укупно изнета количина Mn приносом јабуке у првој години истраживања кретала се од 6,32 до 8,3 mg Mn по стаблу јабуке, што је еквивалентно количинама од 18,31 g Mn ha⁻¹ до 25,20 g Mn ha⁻¹ (густина садње 3000 стабала по ha). Примена Mn ђубрива није имала значајан утицај на изнете количине Mn приносом јабуке, док је само на третману с већом дозом N измерено значајно веће изношење Mn у односу на контролу (Графикон 83).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 83. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2014. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања (2015. год), приносом јабуке изнете су приближно идентичне количине Mn (од 5,34 до 12,58 mg Mn стаблу⁻¹) као и претходне године. За разлику од претходне године, у другој години истраживања највише Mn изнето је приносом јабуке на третману са применом Mn -хелата путем фертигације. Поред овог третмана, значајно више Mn у односу на контролу изнето је и на третману где је фолијарно примењен Mn-сулфат (Графикон 84). Изнета количина Mn приносом јабуке није се значајно разликовала у зависности од облика или начина примене Mn у ђубривима. Као и у претходној години, применом веће дозе азотних ђубрива измерено је значајно веће изношење Mn приносом у односу на контролу (Графикон 84).



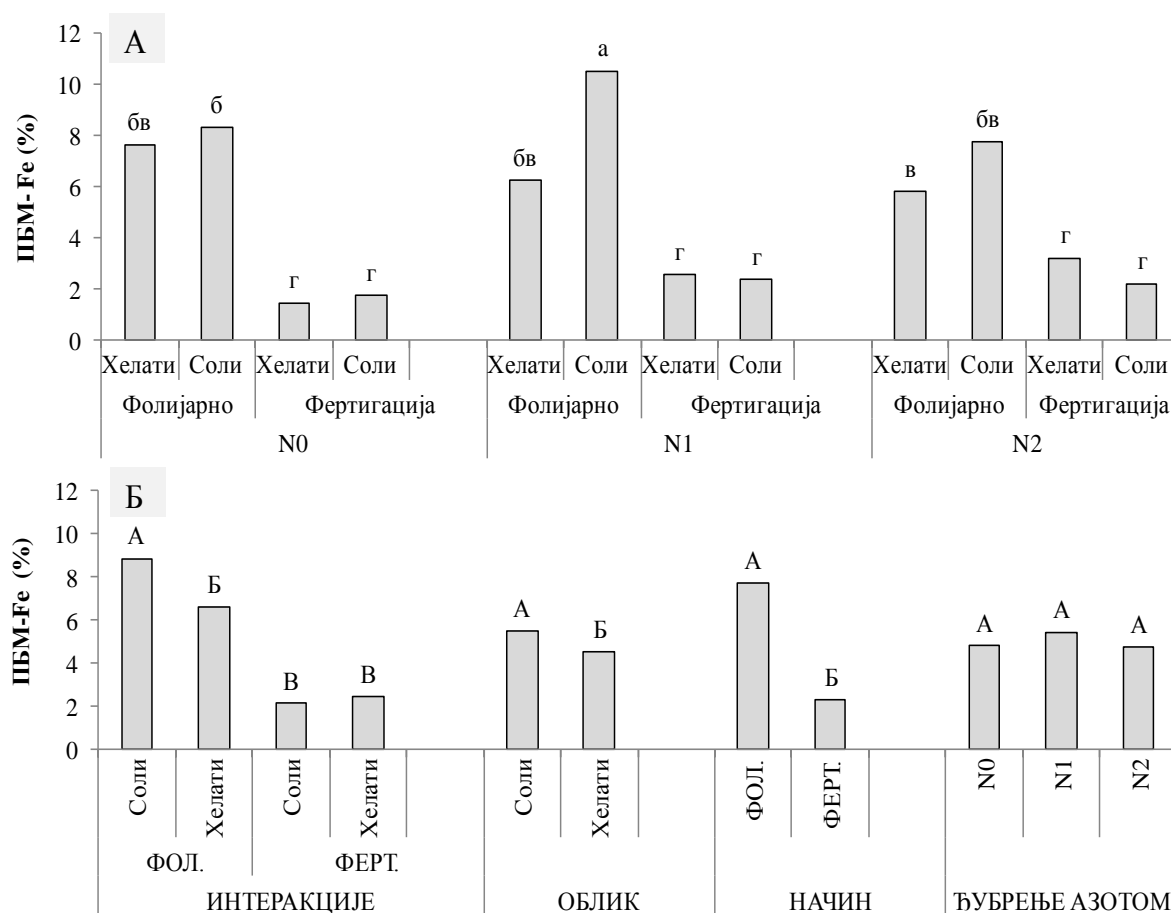
*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 84. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2015. год. (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

6.3.8. Парцијални биланс микроелемената у зависности од начина примене и облика ђубрива са микроелементима у засаду јабуке

У Графикону 85 је приказан параметар ефикасности примене ђубрива, парцијални биланс микроелеманата Fe (ПБМ-Fe) у првој години истраживања (2014. год.), у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења N у 2014. години. У првој години истраживања вредности за ПБМ-Fe биле су од 1,48 % до 10,52 %. Фолијарна примена Fe-сулфата и Fe-хелата довела је до значајно већих вредности за ПБМ-Fe у односу на примену Fe путем фертигације. Посматрано у просеку, фолијарна примена Fe ђубрива имала је готово четири пута веће вредности за ПБМ-Fe у односу на примену путем фертигације.

Такође, разлике између облика Fe у ђубриву биле су статистички значајне. Примена Fe у облику сулфата имала је веће вредности за ПБМ-Fe у односу на примену Fe у облику хелата. Вубрење N није имало значајан утицај на вредности ПБМ-Fe у првој години истраживања (Графикон 85).

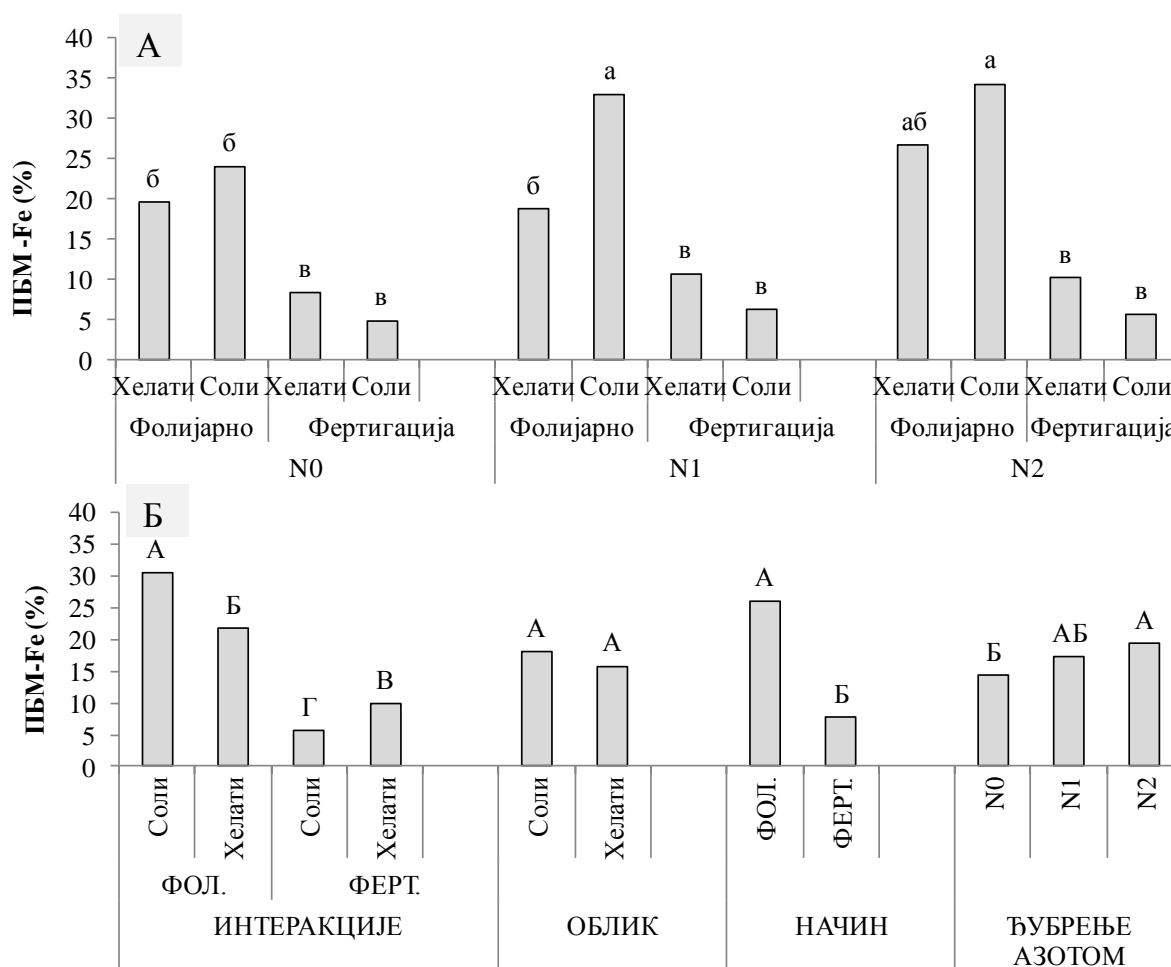


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 85. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2014. години изражене у % у односу на примењену количину Fe путем ђубрива (ПБМ-Fe парцијални биланс микроелемената-гвожђа), (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања вредности за ПБМ-Fe биле су готово троструко веће у односу на претходну годину и кретале су се од 4,95 % до 34,25 % (Графикон 86). Као и у претходној години, највише вредности ПБМ-Fe измерене су на третману са фолијарном применом Fe у облику сулфата, а најниже не третману са применом Fe

у облику соли путем фертигације. Посматрано у просеку, фолијарна примена Fe-ђубрива имала је значајно више вредности ПБМ-Fe у односу на примену путем фертигације, док се вредности ПБМ-Fe нису значајно разликовале у зависности од облика ђубрива. За разлику од претходне године, примена азотних ђубрива имала је значајан позитиван утицај на вредности ПБМ-Fe (Графикон 86).

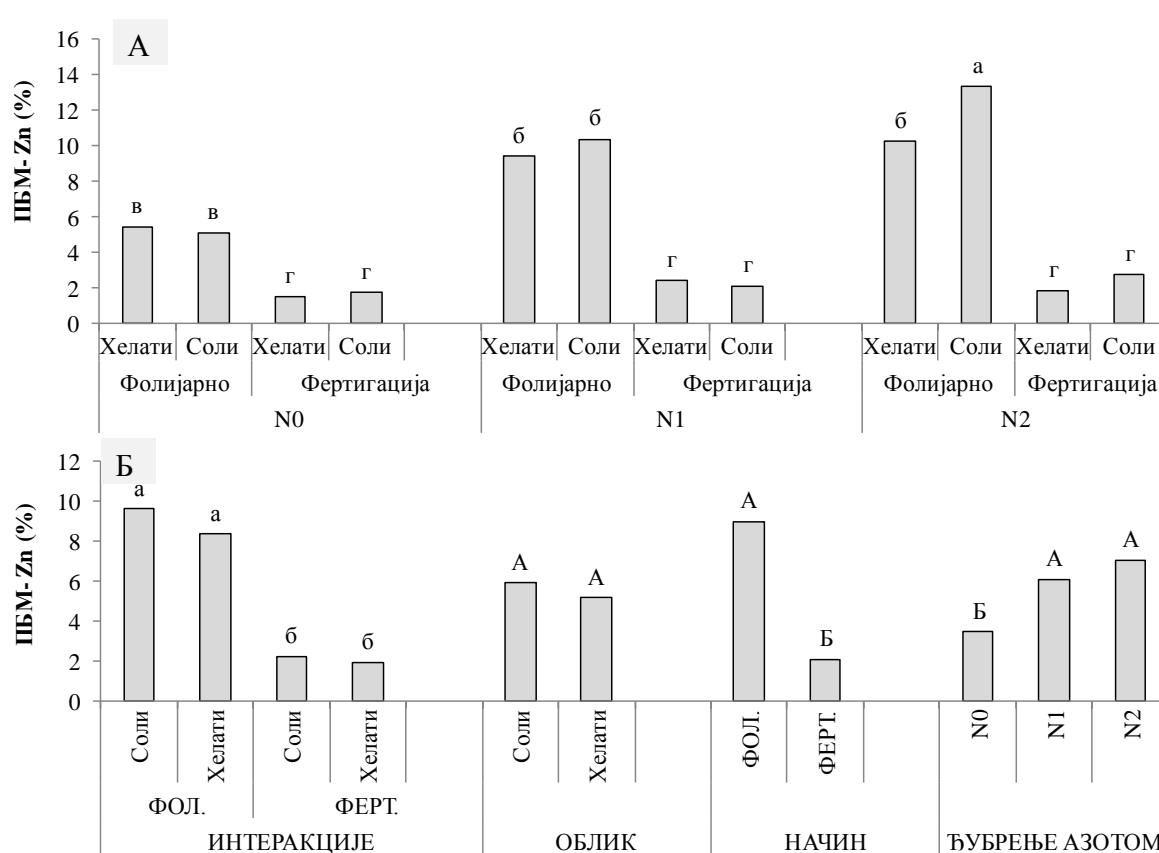


*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 86. Изнете количине Fe приносом јабуке у 2015. години изражене у % у односу на примењену количину Fe путем ђубрива (ПБМ- парцијални биланс микроелемената), (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У Графикону 87 је приказан параметар ефикасности примене ђубрива, парцијални биланс микроелеманата Zn (ПБМ-Zn) у првој години истраживања (2014. год.), у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно –

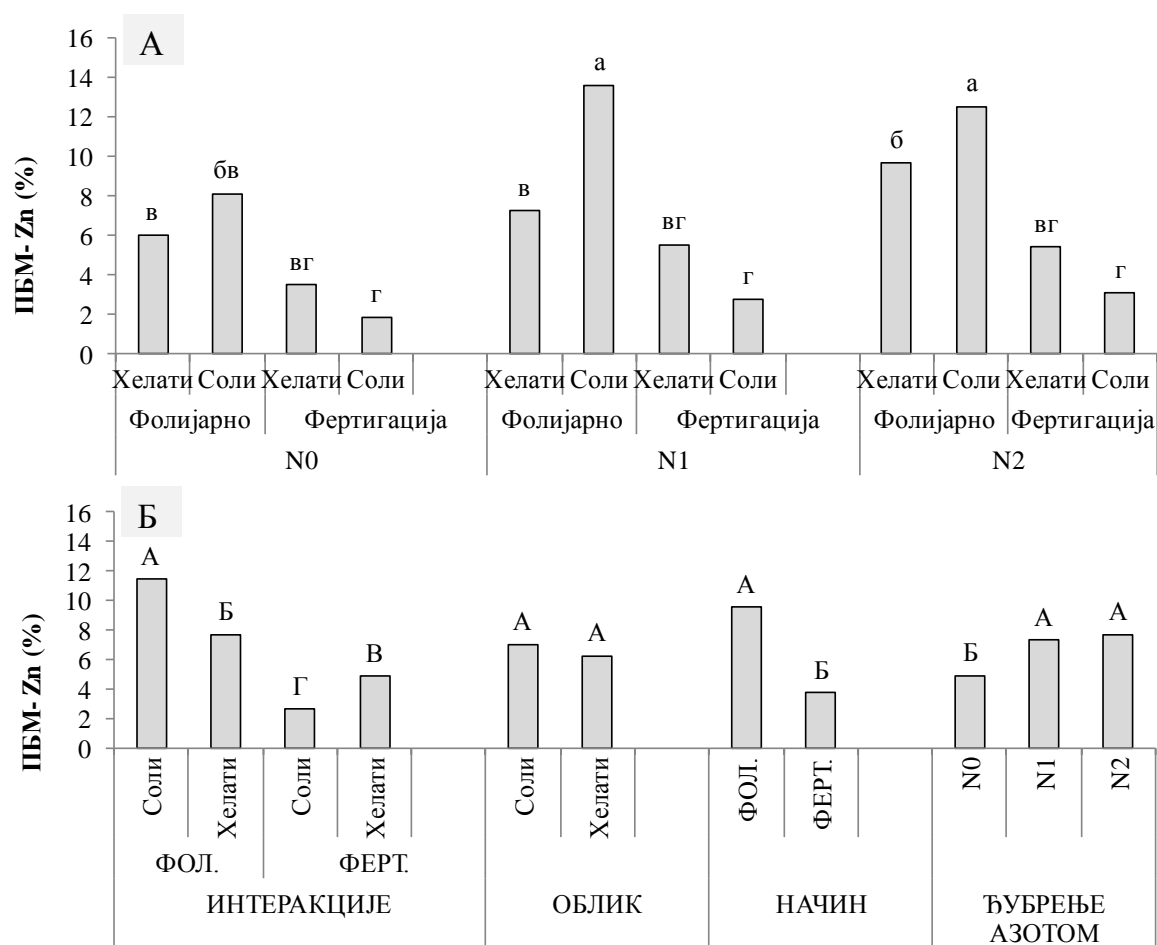
фертигација) и ђубрења N у 2014. години. У првој години истраживања вредности за ПБМ-Zn биле су од 1,99 % до 9,63. Фолијарна примена Zn-сулфата и Zn-хелата довела је до значајно већих вредности за ПБМ-Zn у односу на примену Zn путем фертигације. Посматрано у просеку, фолијарна примена Zn ђубрива имала је готово пет пута веће вредности за ПБМ-Zn у односу на примену путем фертигације, при чему разлике између облика Zn у ђубриву нису биле статистички значајне. Вубрење N имало је значајан позитиван утицај на вредности ПБМ-Zn у првој години истраживања (Графикон 87).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 87. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2014. години изражене у % у односу на примењену количину Zn путем ђубрива (ПБМ- парцијални биланс микроелемената), (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

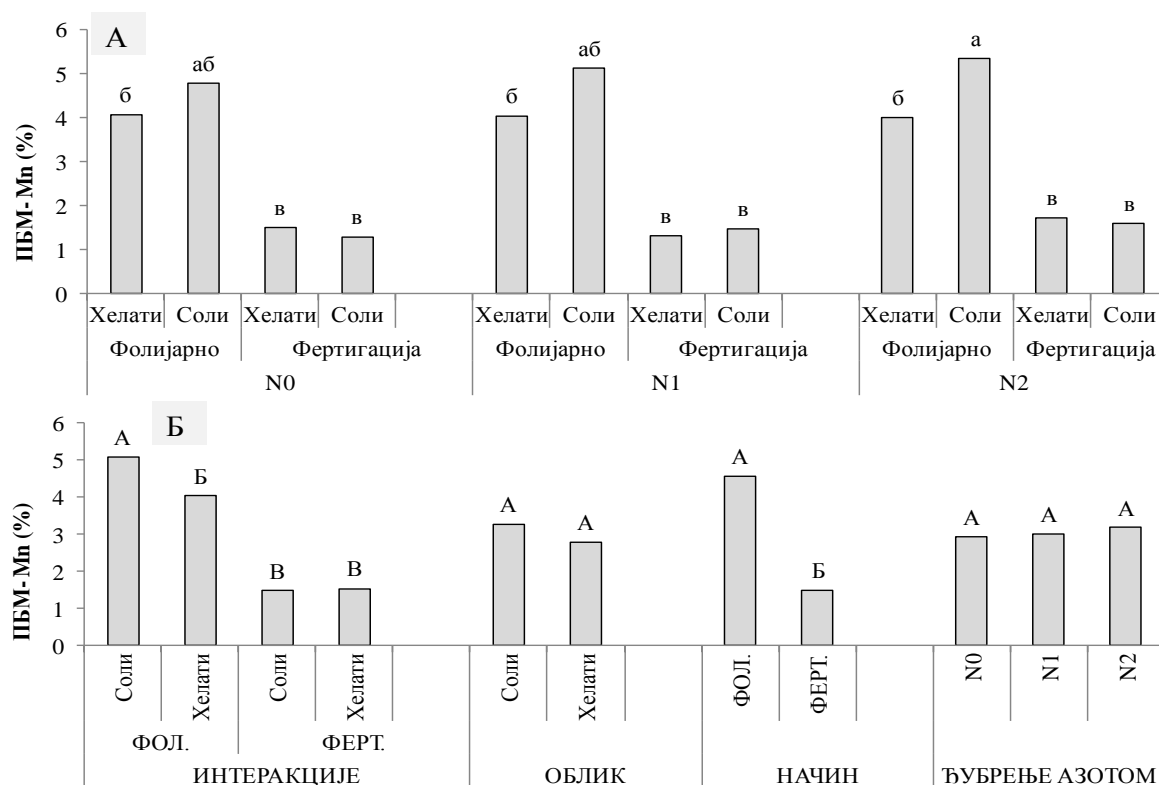
У другој години истраживања вредности за ПБМ-Zn кретале су се од 2,59 % до 11,44 % (Графикон 88). Као и у претходној години, највише вредности ПБМ-Zn измерене су на третману са фолијарном применом Zn у облику сулфата, а најниже не третману са применом Zn у облику соли путем фертигације. Фолијарна примена Zn-ђубрива поново је имала значајно више вредности ПБМ-Zn у односу на примену путем фертигације, док се вредности ПБМ-Zn нису значајно разликовале у зависности од облика ђубрива. Такође, обе дозе азотног ђубрива довеле су до значајно виших вредности за ПБМ-Zn, у односу на третман без примене азотних ђубрива (Графикон 88).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 88. Изнете количине Zn приносом јабуке у 2015. години изражене у % у односу на примењену количину Zn путем ђубрива (ПБМ- парцијални биланс микроелемената), (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

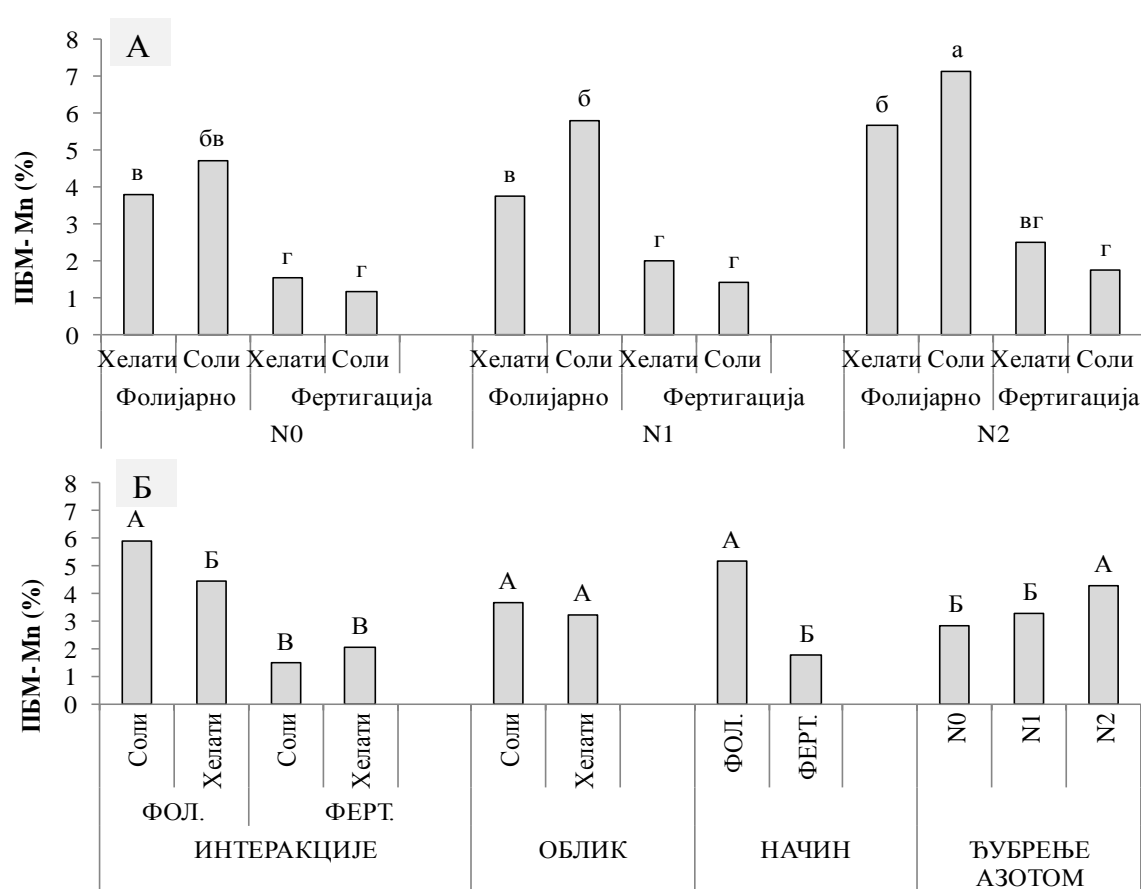
У Графикону 89 је приказан параметар ефикасности примене ђубрива, парцијални биланс микроелеманта Mn (ПБМ-Mn) у првој години истраживања (2014. год.), у зависности од облика ђубрива (хелати-сулфати), начина примене (фолијарно–фертигација) и ђубрења N у 2014. години. У првој години истраживања вредности за ПБМ-Mn биле су од 1,33 % до 5,34. Фолијарна примена Mn-сулфата и Mn-хелата довела је до значајно већих вредности ПБМ-Mn у односу на примену Mn путем фертигације. Фолијарна примена Mn ђубрива имала је готово пет пута веће вредности за ПБМ-Mn у односу на примену путем фертигације, при чему разлике између облика Mn у ђубриву нису биле статистички значајне. Вубрење N није имало значајан утицај на вредности ПБМ-Mn у првој години истраживања (Графикон 89).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 89. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2014. години изражене у % у односу на примењену количину Mn путем ђубрива (ПБМ- парцијални биланс микроелемената), (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

У другој години истраживања вредности за ПБМ-Mn кретале су се од 1,20 до 5,80% (Графикон 90). Као и у претходној години, највише вредности ПБМ-Mn измерене су на третману са фолијарном применом Mn у облику сулфата, а најниже на третману са применом Mn у облику соли путем фертигације. Посматрано у просеку, фолијарна примена Mn- ђубрива поново је имала значајно више вредности ПБМ-Mn у односу на примену путем фертигације, док се вредности ПБМ-Mn нису значајно разликовале у зависности од облика ђубрива. Такође, већа доза примене азотног ђубрива довела је до значајно виших вредности за ПБМ-Mn, у односу на третман без примене азотних ђубрива и третман с мањом дозом примене N (Графикон 90).



*Вредности обележене различитим словима статистички су значајно различите ($p < 0,05$).

Графикон 90. Изнете количине Mn приносом јабуке у 2015. години изражене у % у односу на примењену количину Mn путем ђубрива (ПБМ- парцијални биланс микроелемената), (А- интеракције: облик микроелемената x начин примене x ђубрење N; В-просек третмана).

7. ДИСКУСИЈА

7.1. Истраживања у производним условима

7.1.1. Утицај фертигације на хемијска својства земљишта и дистрибуцију макроелемената и микроелемената у зони кореновог система јабуке, у зависности од текстуре земљишта

Наводњавање као агротехничка мера може различито да утиче на квалитет земљишта. Из тог разлога неопходна је стална контрола квалитета воде, да би се избегле или смањиле негативне последице наводњавања на квалитет земљишта, у виду смањења плодности, а тиме и његове продуктивности (Henry & Hogg, 2003). Како наводњавање утиче на физичка и хемијска својства земљишта у аридним и семи-аридним условима до сада је проучавано од стране више истраживача, док је мало података о томе како наводњавање утиче у хумидним и суб-хумидним условима, где се усеви могу гајити и без примене наводњавања. У агроколошким условима Србије укупна количина падавина и њихов распоред током године је веома различит, а наводњавање се користи као допунска мера да би се биљка обезбедила довољним количинама воде, нарочито у периодима када нема довољно падавина, или када гајена култура у одређеној фази раста то захтева. Један од најчешће коришћених система за наводњавање у савременим засадима јабуке је систем „кап по кап“. Једна од главних предности овог система, у односу на друге системе, је да се заливна норма и време наводњавања могу врло прецизно ускладити са захтевима биљака у складу са старошћу засада, фенофазе и временским условима (Haunes, 1985). Систем „кап по кап“ је ефикаснији од других система за наводњавање јер се вода путем капања додаје релативно малој запремини земљишта око корена гајених биљака, али истовремено је и утицај на физичко-хемијска својства земљишта у зони влажења много наглашенији у односу на друге системе (Alva i Obreza, 1993). Наводњавање капањем може имати значајан утицај на плодност земљишта, услед промене рН вредности земљишта која у великој мери утиче на приступачност појединих хранљивих елемената у земљишту, па

самим тим и на њихово усвајање од стране биљака и продуктивност засада (Neilsen et al., 1993; Treder et al., 1997). За наводњавање системом капања најчешће се користи подземна вода (артерски бунари). Подземна вода може садржати високу концентрацију калцијума и магнезијум бикарбоната (Ћuvardić и сар., 2004), који доводе до повећања рН вредности земљишта и смањене приступачности хранљивих елемената. С друге стране, наводњавање и примена ђубрива путем система за наводњавање (фертигација) могу довести и до закишељавања земљишта услед процеса испирања базних катјона (Neilsen et al., 1983), или због примене физиолошки киселих ђубрива који снижавају рН вредност земљишта (Belton i Goh, 1992; Komosa et al., 1999).

У нашем истраживању примена фертигације је довела до снижавања рН у зони кореновог система у слојевима 0-10 cm и 10-20 cm, при чему се интезитет закишељавања значајно разликовао у зависности од текстуре земљишта (Графикон 3 и 6). Највеће промене рН вредности земљишта измерене су код песковите иловаче (Љутово), где је услед фертигације смањење супституционе рН вредности износило 0,84, и земљиште је прешло из слабо алкалне реакције у неутралну.

Овакви резултати су у сагласности са истраживањима Belton & Goh (1992) и Neilson и сар. (1993), који такође наводе значајно снижавање рН вредности услед наводњавања системом „кап по кап“ и примене физиолошки киселих ђубрива као што су уреа и моноамонијум фосфат, који су коришћени и у нашем истраживању. Такође, Treder (2005) наводи велики утицај врсте ђубрива на процес ацидификације земљишта.

Поред примене физиолошки киселих ђубрива, ацидификација земљишта услед фертигације може настати и као последица испирања базних катјона (K, Ca и Mg) и њихове замене јонима водоника у апсорпционом комплексу земљишта (Neilsen, Stevenson 1983). У нашем истраживању фертигација је довела до значајног смањења калцијум карбоната (CaCO_3) на иловачи и песковитој иловачи (Графикон 4), али не и на земљишту финије текстуре (глиновита иловача), које се одликовало вишим садржајем глине и органске материје (Табеле 3 и 4). Имајући у виду да је садржај органске материје и глине у позитивној корелацији с капацитетом адсорпције катјона (Caravaca и сар., 1999; Herper и сар., 2006) и брзином инфилтрације (Wakindiki & Ben-Hur, 2002), могуће је да до значајног смањења CaCO_3 код глиновите иловаче није

дошло управо због вишег садржаја органске материје, глине, и на крају већег капацитета адсорпције катјона у односу на иловачу и песковиту иловачу.

Поред промена у рН вредности земљишта, наводњавање може имати негативан утицај на садржај органске материје земљишта. Повећана влажност земљишта има позитиван утицај на микробиолошку активност и разградњу органске материје што може довести до снижавања садржаја хумуса у земљишту (Kumar & Goh, 2000; Dersch & Bohm 2001; Getaneh и сар, 2007; Condron и сар., 2014). С друге стране, Entry и сар. (2002) наводе позитиван утицај фертигације на садржај органског угљеника у земљишту, услед веће продукције биомасе (корен и жетвени остаци), у условима оптималне влажности земљишта. У нашем истраживању, земљиште испод капалке (зона влажења) одликовало се нижим садржајем хумуса у односу за земљиште између редова које није било под директним утицајем фертигације, на сва три локалитета (земљишта). Ипак, значајно ниже вредности измерене су код сва четири слоја песковите иловаче и површинског слоја глиновите иловаче (Графикон 5). Нижи садржај хумуса у земљишту испод капалке у односу на простор између редова вероватно је последица интензивније минерализације услед повољнијих услова, пре свега влаге земљишта. Такође, могуће је да је један део хумуса (лабилне фракције органског угљеника) испран у дубље слојеве земљишта (Kalbitz и сар., 2000). У прилог тој тези иде и чињеница да је до највећег смањења хумуса дошло на земљишту лакшег механичког састава (песковита иловача), које се одликује већом инфилтрацијом и дубљом зоном влажења у односу на иловачу и глиновиту иловачу

На сва три локалитета, узорци земљишта испод капалке одликовали су се значајно вишим садржајем минералног N и приступачног P и K у односу на земљиште између редова јабуке, које није било под директним утицајем фертигације.

Садржај минералних облика N није се значајно разликовао између слојева земљишта, док је садржај минералног N у земљишту у зони директног влажења био значајно виши у односу на земљиште између редова, код сва три локалитета. С друге стране, примена фосфорних ђубрива путем фертигације довела је до значајне акумулације приступачних облика фосфора у површинским слојевима земљишта финије текстуре (иловача и глиновита иловача). Код ових земљишта у површинском слоју 0-10 cm измерен је готово двоструко виши садржај P у односу на дубље слојеве земљишта (Графикон 8). Код песковите иловаче (Љутово) није постојала изражена

акумулација приступачног Р у површинском слоју, па је у свим слојевима земљишта у зони кореновог система јабуке (у реду) измерена виша концентрација приступачног Р, у односу на земљиште у међуредном простору, што није био случај код друга два типа земљишта (Графикон 8).

Познато је да садржај калцијум карбоната (CaCO_3) има негативан утицај на приступачност Р, и померање Р у дубље слојеве земљишта услед процеса преципитације (Tunesi et al., 1999). Ипак, у нашем истраживању акумулација Р у површинском слоју земљишта са нижим садржајем CaCO_3 и финијом текстуром (глиновита иловача) била је виша у односу на земљишта са вишим садржајем CaCO_3 и грубљом текстуром (иловача и песковита иловача). Овакви резултати указују да је померање приступачног Р у зони фертигације у дубље слојеве земљишта више условљено текстуром него садржајем CaCO_3 и рН вредношћу земљишта, што је у сагласности са истраживањима Zheng и сар., (2003), Salas и сар. (2003) и Hanson и сар. (2006), који такође наводе велики утицај текстуре земљишта на акумулацију Р у површинском слоју и његово померање у дубље слојеве земљишта.

Дистрибуција приступачних облика калијума била је идентична дистрибуцији Р. У земљишту лакше текстуре (песковита иловача) садржај К у најдубљем слоју земљишта (40-50 cm) испод капаљке била је значајно већа у односу на исти слој земљишта у међуредном простору. С друге стране, код иловаче и глиновите иловаче значајне разлике између земљишта у реду (испод капаљке) и земљишта из међуредног простора су постојале само код површинских слојева земљишта (Графикон 9).

Боља вертикална дистрибуција К код песковите иловаче, у односу на иловачу и флиновиту иловачу, је вероватно последица лакшег механичког састава земљишта (текстуре). Rosolem и сар. (2010) такође наводе да постоји значајно померање приступачног К на земљиштима грубље текстуре али не и на земљиштима финије текстуре са високим садржајем глине.

Концентрација приступачних облика микроелемената на сва три локалитета била је изнад критичних вредности када се могу очекивати симптоми недостатка (Lindsay & Norvell, 1978). На сва три локалитета измерена је значајно виша концентрација приступачних облика Fe, Cu, Zn и Mn у земљишту у реду, у односу на земљиште у међуредном простору које није било под директним утицајем фертигације

(Графикон 10, 11, 12 и 13), иако путем фертигације нису примењивана ђубрива са микроелементима.

Виши садржај приступачних облика микроелемената у земљишту под директним утицајем фертигације у односу на земљиште у међуредном простору може се објаснити чињеницом да је примена NPK ђубрива путем фертигације довела до значајног смањења рН вредности земљишта. С обзиром да је рН вредност сва три типа земљишта била у опсегу од неутралне до слабо алкалне, могуће је да је услед смањења рН вредности дошло до повећања концентрације приступачних облика микроелемената (Haynes, Swift 1987).

7.2. Поређење два система примена макроелемената (N, P, K) у савременом засаду јабуке

У пољском огледу, где су поређена два начина примене NPK ђубрива (примена преко земљишта и путем фертигације), посматрана је дистрибуција минералних облика N и приступачних облика P и K у зони кореновог система. Садржај минералног N у земљишту није се значајно разликовао у зависности од начина примене, дубине слоја и удаљености од капаљке, већ су значајне разлике постојале само између доза примене. Овакви резултати указују да је примена амонијум нитрата довела до равномерног распореда минералних облика N у зони кореновог система, пре свега услед велике мобилности нитратног јона, као преовлађујућег минералног облика N након примене амонијум нитрата. Како је оглед постављен на земљишту слабо алкалне реакције, односно постојали су повољни услови за процес нитрификације и трансформације амонијачног N из ђубрива до нитрата, претпоставља се да је највећи део N из ђубрива био у нитратном облику, као доминантном облику у неутралним и алкалним земљиштима (Rorison, 1980). У нашем истраживању концентрација минералног N у површинском слоју земљишта није се значајно разликовала у односу на дубље слојеве, укључујући и слој од 30 до 40 cm. Досадашња истраживања показују да је процесима миграције и испирања у највећој мери изложен нитратни азот ($\text{NO}_3\text{-N}$) као једини покретни облик N у земљишту. Његова изразита покретљивост условљена је тиме што се он, осим биолошком, не везује ни са једном другом сорпцијом у земљишту (Rajković, 1978). У нашој земљи спроведена су бројна истраживања везана за покретљивост, односно испирање $\text{NO}_3\text{-N}$ из земљишта. Uddin

(1977) је у својим истраживањима на чернозему користио обележени N^{15} да би пратио кретање N из примењених ђубрива, и установио да се NO_3-N кретао најдубље до 140 cm дубине, с тим да се највећи део N налазио у горњем делу профила до 90 cm, а само минималне количине N су измерене на дубини од 140 cm. Да NO_3-N у Војводини, у чернозему, мигрира до 140 cm наводи и Bogdanović (1978), док Stevanović (1976) као максималну дубину миграција NO_3-N у агроколошким условима Војводине наводи 60-75 cm. У нашим агроколошким условима, са просечном сумом падавина од 650 mm годишње, од целокупне количине N, 54% се губи током јесени и зиме, 36% у пролеће и 22% током лета, при чему укупна количина N који се испере зависи од типа земљишта и креће се од $5,1 \text{ kg N ha}^{-1}$ до $33,4 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Resulović и Savić, 1980; Šestić и сар., 1989).

Релативно равномеран распоред минералног азота у зони кореновог система јабуке у свим слојевима, без обзира на начин примене ђубрива, може се објаснити чињеницом да је влажност земљишта одржавана на оптималном нивоу системом за наводњавање „кап по кап“ и да је током вегетације било више падавина, у односу на вишегодишњи просек, што је допринело миграцији минералних облика азота у дубље слојеве земљишта.

За разлику од минералних облика N, садржај приступачних облика P значајно се разликовао у зависности од начина примене ђубрива, при чему је велики утицај на дистрибуцију фосфора у зони кореновог система имала количина и распоред падавина у првој половини вегетације. Наиме, у првој години истраживања, у просеку за све слојеве земљишта, значајно виши садржај лакоприступачног P измерен је на парцелама са класичном применом ђубрива. У 2014. години (прва година истраживања) у првој половини вегетације, у мају месецу, измерено је четири пута више падавина у односу на вишегодишњи просек (Графикон 2), што је довело до тога да је фертигација вршена по врло влажном земљишту, и када није постојала потреба за наводњавањем, како би се испоштовао програм ђубрења и применила одговарајућа количина фосфора (Табела 6). С друге стране, у другој години истраживања, када су укупне количине и распоред падавина мање одступале од вишегодишњег просека, нису постојале разлике у садржају приступачног P у земљишту у зависности од начина примене ђубрива у просеку за све слојеве. Такође, примена P путем фертигације довела је до значајно вишег садржаја приступачног P у најдубљем слоју

земљишта (30-40 cm), у односу на класичну примену, што није био случај у претходној години. Хоризонтална дистрибуција фосфора у земљишту се такође разликовала између две године истраживања. У првој години истраживања садржај приступачног фосфора у земљишту се није разликовао у зависности од удаљености од капалке, без обзира на начин примене. У другој години истраживања, садржај P у земљишту директно испод капалке на парцелама са фертигацијом био је значајно виши у односу на садржај измерен 15 cm и 30 cm од капалке. Такође, његов садржај је био значајно нижи и у односу на садржај који је измерен на истој позицији на парцелама само класичном применом ђубрива (Графикон 16). Овакви резултати указују да је примена фертигације у првој години довела до већег хоризонталног померања P у односу на другу годину и да истовремено није постојало вертикално померање P. Неколико студија се бавило утицајем начина наводњавања на концентрацију и дистрибуцију P у земљишту. Ben-Gal & Dudley (2003) наводе да континуирана фертигација P доводи до 25% већег померања P у земљишту око тачке капања у односу на мање фреквентну примену P путем фертигације. Sharpley (2001), наводи да прекомерно наводњавање доводи до значајних површинских губитака P, услед одношења површинским водама, изван зоне кореновог система. Претходна истраживања Mbagwu & Osuigwe (1985), Bar-Yosef и сар. (1989) и Bacon & Davey (1982) су такође показала да виши садржај влаге и чешће наводњавање воде ка већој мобилности и приступачности P у земљишту.

У првој години истраживања примена P ђубрива путем фертигације извођена је током маја, јуна и јула иако није било потребе за наводњавањем услед велике количине падавина, па је могуће да је један део P испран или је једноставно мигрирао с водом за наводњавање изван зоне кореновог система јабуке, тако је класична примена ђубрива (површински преко земљишта) имала већи утицај на садржај приступачних облика P у земљишту у односу на примену путем фертигације.

Дистрибуција лакоприступачног K у зони кореновог система била је врло слична дистрибуцији фосфора, изузев третмана NPK3, где применом 160 kg K₂O/ha није утврђен утицај фертигације на садржај калијума у зони кореновог система јабуке у првој години истраживања. С друге стране класична примена све три дозе K довела је до значајног повећања садржаја приступачног K у просеку за све слојеве земљишта. Овакви резултати указују на то да је применом K путем фертигације један део

мигрирао изван зоне анализираних слојева земљишта К. Међутим, у години са мање падавина (друга година истраживања) примена К фертигацијом довела је до идентичне дистрибуције у земљишту као и класична примена К, где је у сва три слоја земљишта измерен виши садржај приступачног К у односу на контролу. Највиши садржај приступачног К измерен је у површинском слоју земљишта 0-10 cm, без обзира на начин примене, што значи да фертигација није довела до значајне миграције К у дубље слојеве земљишта.

Приступачност К у површинском слоју земљишту у зони влажења (испод капалке) може се брзо мењати због флукуације влаге у земљишту, услед брзог наизменичног сушења и влажње током летњих месеци, што значајно повећава фиксацију К у интерламеларним просторима глинених минерала (Sardi & Csitari, 1998). Zeng и сар. (2000) такође наводе значајну акумулацију К у површинским слојевима и врло слабо померање К у дубље слојеве земљишта у условима фертигације, а као разлог наводе и чињеницу да је управо површински слој земљишта у највећој мери изложен процесу евапотранспирације који условљава асцедентно кретање воде. Mmolawa & Or (2000) такође наводе смањење концентрације приступачног К са повећањем дубине у условима фертигације. Mishra и сар. (2006), па затим и Fanish & Muthukrishnan (2013) у својим истраживањима наводе највишу концентрацију К у слоју земљишта 0-10 cm директно испод капалке, као и врло слабо померање К не само у дубље слојеве, већ и латерално од капалке. Као главни разлог за акумулацију калијума у површинском слоју наводе јако везивање К у адсорпционом комплексу земљишта који условљава веома слабо кретање К кроз профил земљишта, што потврђују и истраживања Suganya и сар (2007). Међутим, садржај приступачних облика К у зони кореновог система јабуке након две године ђубрења био је значајно виши у односу на почетно стање, у свим анализираним слојевима и на све три удаљености од капалке, при чему разлике између начина примена ђубрива нису биле статистички значајне (Графикон 24). Овакви резултати указују да је током две године ипак дошло до значајног вертикалног и хоризонталног померања К у земљишту. С друге стране, постојале су значајне разлике у дистрибуцији приступачног Р у зони кореновог система јабуке у односу на дистрибуцију К. Класична примена Р ђубрива довела је до значајног повећања садржаја приступачног Р у земљишту, у односу на почетно стање само у површинском

слоју земљишта, док је примена P путем фертигације довела до вишег садржаја P и у дубљим слојевима. Такође, садржај приступачног P се смањивао са повећањем удаљености од капалке, тако да се садржај приступачног P у земљишту на 30 cm од капалке није значајно разликовао у односу на контролу, на парцелама где је P примењен путем фертигације, док је класична примена P довела до значајно вишег садржаја. Овакви резултати су у потпуности у сагласности са претходним истраживањима Granta и сар. (2001), Wanga и сар (2017) и Archana & Maragatham (2017) који такође наводе бољи вертикални распоред P у профилу земљишта када се примењује фертигација системом „кап по кап“, у односу на друге начине примене, укључујући и класичну примену преко земљишта.

Поред промена у садржају лакоприступног P и K, у земљишту је током две године истраживања дошло до промена у рН вредности. На свим парцелама, укључујући и контролне парцела где нису примењена ђубрива, на крају друге године (2015. год.) измерена је нижа рН вредност у односу на почетно стање (2013. год.). Смањења рН вредности земљишта на ђубреним парцелама је вероватно последица примене физиолошки киселих ђубрива, пре свега моноамонијум фосфата (MAP), при чему је класична примена ђубрива имала већи утицај у односу на примену фертигацијом. Истраживања Belton & Goh (1992) и Komosa и сар. (1999) потврђују да услед примене ђубрива може доћи до закишељавања земљишта, међутим у нашем истраживању смањење рН вредности земљишта, у односу на почетно стање, је забележено и на контролним парцелама где је током две године примењено само наводњавање без ђубрива. Treder (2005) наводи повећање рН вредности земљишта испод капалке као последицу употребе алкалне воде за наводњавање. Маџкић (2016) у истраживању утицаја наводњавања на водно физичка својства чернозема наводи повећање супституционе рН вредности земљишта, у просеку за све хоризонте, за 0,4 рН јединице услед наводњавања алкалном водом (рН воде за наводњавање 7,96). Насупрот овим истраживањима, у нашем истраживању рН вредност земљишта на контроли (нису примењена ђубрива) на крају 2015. године била је значајно нижа у односу на почетно стање (2013. година), што указује да је до ацидификације дошло не само услед примене физиолошки киселих ђубрива, већ и дејством других фактора. Neilsen & Stevenson (1983), наводе да смањење рН вредности земљишта испод капалке може настати и као последица испирања базних катјона (K, Ca и Mg), и

њихове замене у адсорптивном комплексу земљишта водониковим јонима. Такође, треба узети у обзир и чињеницу да је током обе године истраживања у вегетационом периоду било значајно више падавина у односу на вишегодишњи просек, те да је земљиште неколико пута, током периода истраживања, било потпуно засићено водом. Велика количина атмосферских талога, током две године истраживања, могла је довести до испирања/премештања соли изван зоне кореновог система јабуке и снижавања рН вредности у односу на почетно стање. Поред промена у рН вредности земљишта, наводњавање може имати негативан утицај на садржај органске материје земљишта. Повећана влажност земљишта има позитиван утицај на микробиолошку активност и разградњу органске материје што може довести до снижавања садржаја хумуса у земљишту (Kumar & Goh, 2000; Dersch & Bohm 2001; Getaneh и сар, 2007; Condron и сар., 2014). С друге стране, Entry и сар. (2002) наводе позитиван утицај фертигације на садржај органског угљеника у земљишту, услед веће продукције биомасе (корен и жетвени остаци), у условима оптималне влажности земљишта. У нашем истраживању садржај хумуса у земљишту је након две године истраживања био на истом нивоу као и на почетку истраживања у 2013 години. Иако је на крају 2015. године измерен нижи садржај хумуса у односу на почетно стање, разлике нису биле статистички значајне (Графикон 21).

Садржај укупног N и P у листу јабуке у првој години истраживања био је у нивоу или изнад оптималних вредности, Hoising и сар. (2004) и Bergman, (1992), при чему разлике између начина примене NP ђубрива, као и дозе примене нису биле статистички значајне. Међутим, у другој години садржај укупног N у листу јабуке поново се није разликовао између начина примене, при чему је код све три дозе примене измерен виши садржај азота N у листу у односу на контролу. Истовремено, садржај укупног P у листу јабуке био је значајно већи на третманима где су ђубрива примењена путем фертигације, у односу на класичну примену и контролни третман. У првој години истраживања примена K ђубрива путем фертигације није довела до значајног повећања K у листу јабуке у односу на контролни третман, док је садржај K на третманима са класичном применом калијумових ђубрива био значајно већи не само у односу на контролу, већ и на третман са фертигацијом. На основу анализе листа може се закључити да је ефикасност и дејство NPK ђубрива у великој мери под утицајем временских прилика током вегетације, пре свега велике количине падавина у

првој години. Резултати су показали да у години са великом количином падавина ни један од два начина примене није довео до значајног повећања укупног N и P у листу јабуке, док је класична примена K ђубрива била ефикаснија од примене путем фертигације. С друге стране, у години с мање падавина (ближе просечним вредностима), показало се да су оба начина примене N имала позитиван и подједнак утицај на садржај N у листу, док је примена P путем фертигације био ефикаснији начин од класичне примене. Истовремено, у тој години оба начина примене K имала су подједнак утицај на повећање укупног садржаја K у листу јабуке.

Изостанак утицаја примене N ђубрива на садржај укупног N у листу јабуке, у првој години истраживања, може се објаснити на два начина. Прво, велики број истраживања показују да биљке јабуке велики део потреба за N током вегетације, а пре свега у првој половини, задовољавају кроз процес ремобилизације N из стабла и грана, који је усвојен претходне вегетације (Titus & Kang 1982, Weinbaum et al. 1984, Millard & Neilsen 1989). У којој мери ће примена N ђубрива током вегетације имати утицај на пораст биљке и садржај N у листу зависи од плодности земљишта (Millard, 1996), времена примене ђубрива (Weinbaum и сар. 1978, 1984; Sanchez и сар. 1992) и старости биљака (Miller & Miller, 1987). Neilsen и сар. (1997) у својим истраживањима у којима су пратили усвајање N методом обележених изотопа ^{15}N , закључују да код младих биљака јабуке N примењен током вегетације чини свега 13% N који се налази у листовима крајем јуна, док преостали N потиче од резерви из претходне вегетације. До идентичног закључка се може доћи и на основу наших истраживања, јер у првој години примењена N ђубрива, без обзира на начин и дозу примене, нису имала утицај на садржај N у листу, али је већ наредне године, код све три дозе и оба начина примене, садржај N у листу био значајно виши у односу на контролу.

Други разлог за изостанак дејства N ђубрива у првој години може бити и релативно мала густина кореновог система јабуке у односу на неке друге биљне врсте, па самим тим и мања способност усвајања N из ђубрива. Atkinson (1980) наводи да је густина корена воћњака неколико пута мања у односу на густину корена житарица. Према Weinbaum и сар. (1992), засад јабуке усвоји свега 20% од укупно примењене количине N током вегетације, па је ефикасност азотних ђубрива у вишегодишњим засадима значајно мања у односу на неке друге биљне врсте. Ако се узме у обзир да се, због повољних услова за процес нитрификације у нашем испитивању, највећи део

N налазио у облику нитрата који се не адсорбују за земљиште, као и да је у провој години истраживања забележена велика количина падавина, могуће је да је до изостанка дејства азотних ђубрива дошло управо због мањег усвајања N, услед премештања/испирања у дубље слојеве изван зоне кореновог система. Управо велика количина падавина у провој години истраживања може бити разлог зашто је изостао утицај примене P (оба начина примене) и K путем фертигације на садржај ова два елемента у листу. У другој години истраживања примена P путем фертигације имала је значајно већи утицај на садржај P у листу јабуке у односу на класичну примену, што је у сагласности са истраживањима Badr и сар. (2015), Neilsen и сар. (2008), Bacon & Davey (1982); Kargbo и сар. (1991) такође наводе већу ефикасност примене P путем фертигације у односу на друге начине примене. С друге, стране нешто виши садржај P у листу јабуке у другој години може се објаснити чињеницом да је укупан принос јабуке на третману са класичном применом ђубрива био значајно виши у односу на фертигацију, па је због ефекта разблажења на третману са класичном применом измерен нешто нижи садржај у листу. Интересантно је да су третмани ђубрења већим дозама NPK2 и NPK3 имали значајан утицај на повећање укупног приноса јабуке у односу на контролу, без обзира на начин примене. Међутим, фактори који су довели до повећања приноса разликовали су се по годинама. Наиме, у првој години истраживања до повећања приноса јабуке на ђубреним третманима је дошло услед већег броја плодова али не и просечне масе плода која се није разликовала у односу на контролни третман. До повећања броја плодова на ђубреним парцелама вероватно је дошло услед позитивног утицаја P на формирање и земање плодова јабуке (Koutinas и сар., 2014). Neilsen и сар. (1990) су у свом истраживању испитивали утицај примене P ђубрива приликом садње и примена P ђубрива путем фертигације и дошли до закључка да без обзира на начин, примена P ђубрива почетком вегетације (у периоду цветања) има позитиван утицај на број плодова и укупан принос јабуке, не само у години примене већ и наредне године. У другој години истраживања већи принос на ђубреним третманима био је последица не само већег броја плодова, него и веће просечне масе плода у односу на контролни третман, при чему је највећа просечна маса плода измерена на третманима где су NPK ђубрива примењена растурањем по парцели. Поред повећања приноса, примена NPK ђубрива имала је утицај и на садржај укупног Ca, Mg и K у плоду јабуке, па самим тим и на складишну способност, односно потенцијалну опасност од појаве физиолошког обољења као што су горке

пеге, које настају услед ниског садржаја Са, или високог односа К/Са у плоду јабуке (Gvozdenović, 1998). У нашем истраживању, велики утицај на садржај Са и К/Са однос у плоду јабуке имали су агроеколошки услови у току године. У првој години истраживања плодови јабуке имали су готово двоструко већи однос К/Са, у односу на другу годину плодоношења. Такође, у обе године истраживања постојала је значајна негативна корелација између садржаја К у листу и садржаја Са у плоду јабуке. С друге стране, између садржаја Р у листу и садржаја Са у плоду није утврђена статистички значајна корелација, док је између N у листу и садржаја Са у плоду постојала значајна негативна корелација само у другој години плодоношења. Овакви резултати су у потпуности у сагласности са истраживањима Но & White (2005), Amarante и сар. (2006), De Freitas & Mitcham (2012) и Tonetto de Freitas (2015) који наводе да агроеколошки услови имају велики утицај на механизме који се односе на усвајање Са и његов садржај у ћелијској мембрани и ћелијском зиду, од чега у великој мери зависи и отпорност на физиолошко обољење као што су горке пеге. Добро је познато и да ђубрење N и К такође може имати негативан утицај на садржај Са у плоду јабуке, самим тим и на осетљивост плодова на појаву горких пеге. Негативан утицај примене К огледа се у антагонистичком односу К и Са јона, јер се везују на иста места у ћелијској мембрани, па се повећавањем концентрације једног јона истовремено смањује могућност усвајања другог (Schonherr & Bukovac, 1973; Yermiyahu и сар., 1994; Amarante и сар, 2013). Примена азота такође може имати негативан утицај на усвајање и садржај Са у плоду јабуке на два начина. Примена азота доводи до пораста младара и формирања листова даље од плодова, што практично доводи до померања Са у правцу формирања младих листова а даље од плодова чиме се директно смањује акумулација Са у плоду јабуке (Но и сар., 1999; Но & White, 2005). Поред тога, примена N може довести до интензивног пораста плода услед повећања запремине ћелија плода што доводи до смањења концентрације Са услед ефекта разблажења (Bar-Tal et al., 2001; Saure, 2005). То практично значи да се крупнији плодови одликују нижим садржајем Са у односу на ситније, што је потврђено и у нашем истраживању где је у обе године постојала негативна корелација између просечне масе плода и садржаја Са у плоду јабуке. Такође, постојала је значајна негативна корелација између садржаја К у листу јабуке и садржаја Са у плоду, што објашњава негативан утицај класичне примене NPK ђубрива на однос К/Са у плоду јабуке у првој години истраживања. Наиме, у првој години, класична примена NPK ђубрива довела је до

значајно вишег садржаја К у листу јабуке, не само у односу на контролу већ и у односу на примену NPK ђубрива фертигацијом.

Neilsen и сар. (1999) у свом прегледном раду, где је сумиран већи број истраживања у којима је директно поређен класичан начин примене NPK ђубрива са применом путем фертигације у воћњацима јабуке, закључују да су минерални облици N врло мобилни у земљишту и њихов распоред у зони кореновог система јабуке се не разликује много у зависности од начина примене. Ипак, предност код примене N се даје систему фертигације, пре свега због могућности да се прецизније усклади време примене са потребама биљака, па на тај начин смање и потенцијални губици услед процеса испирања, што би на крају резултирало мањим дозама примене у односу на класичну. Такође, аутори наводе да је мобилност P и K у земљишту значајно већа уколико се примењују путем фертигације, али да посебну пажњу треба усмерити на то да се избегне претерана примена ђубрива, до које може доћи управо због веће покретљивости и приступачности ових елемената, када се примењују путем фертигације.

Наша истраживања су делимично потврдила претходне ставове али и указала на нове проблеме. Наиме, уколико се примена ђубрива врши путем фертигације, у изузетно кишним годинама (каква је била прва година истраживања), када је земљиште већ потпуно сатурисано водом, може се десити да управо због веће мобилности већи део хранива заврши изван зоне кореновог система. У том смислу, већи проблем представља примена N и P почетком вегетације, односно у првој половини вегетације, када су потребе биљака за овим елементима највеће, што је период када у нашим агроколошким условима има довољно атмосферских падавина па врло често није потребно наводњавати.

7.3. Поређење начина и облика примена микроелемената (Fe, Zn и Mn,) у савременом засаду јабуке

Засад јабуке у коме је поређен утицај примене различитих облика Fe, Zn и Mn путем фертигације на концентрацију приступачних облика ових елемената у зони кореновог система, постављен на земљишту типа Чернозем, одликовао се слабо алкалном реакцијом и повишеним садржајем калцијум карбоната у дубљим слојевима земљишта. На основу основних хемијских својстава могли су се очекивати проблеми у исхрани биљака микроелементима, услед смањене приступачности у условима повишене рН вредности и високог садржаја CaCO₃. Ипак, током истраживања садржај приступачних облика Fe и Mn (ДТРА екстракција) био је изнад граница оптималне обезбеђености (4,5 mg/kg за Fe и 1 mg/kg за Mn), док је садржај Zn био између средње и оптималне обезбеђености земљишта (Lindsay & Norvell, 1978). Резултати су показали да је примена ђубрива која садрже Fe и Zn у облику хелата довела до значајно више концентрације приступачних облика ових елемената у земљишту, не само у односу на контролу већ и у односу на примену ђубрива која су садржала Fe и Zn у облику сулфата. Такође, примена Fe и Zn у облику хелата довела је и до боље дистрибуције у зони корена, односно концентрација приступачних облика ових елемената била је виша не само у површинским слојевима, већ и у дубљим слојевима (20-30 cm и 30-40 cm), као и на одаљености од 15 cm и 30 cm од центра капаљке. Овакви резултати потврђују добро познате чињенице да су микроелементи у хелатном облику, у односу на неоргански облик (облик соли сулфата, хлорида и др.) стабилнији на процес оксидације и трансформације из биљкама приступачних облика у неприступачне, нарочито у земљиштима алкалне реакције (Norvell, 1972; Lindsay, 1974; Morgan & Lahav, 2007). Ипак, у нашем истраживању на концентрацију приступачних облика микроелемената у земљишту и њихову дистрибуцију у зони кореновог система, поред примене ђубрива, утицали су и агроеколошки услови током вегетације. Посебно велики утицај временски услови су имали на садржај приступачних облика Mn. У првој години истраживања, која се одликовала великом количином падавина, примена Mn ђубрива није имала утицаја на садржај приступачних облика у зони кореновог система. Садржај приступачног Mn у земљишту био је релативно висок и кретао се од 31,55 до 42,89 mg Mn kg⁻¹, што је двоструко више у односу на другу годину. Овако висок садржај Mn вероватно је

последица превелике влаге у земљишту што је услед слабије аерације могло довести до смањења оксидо-редукционог потенцијала, а самим тим и редукције четворовалентног и тровалентног Mn у двовалентни-приступачни облик (Marschner, 1988). Управо велике количине падавина могу бити разлог зашто нису постојале разлике у садржају приступачног Fe и Mn између површинског слоја (0-10 cm) и дубљих слојева земљишта, јер је са продирањем воде у дубље слојеве дошло и до премештања приступачних облика ових елемената, поготово на парцелама где су примењени у хелатном облику. Велика количина падавина може бити разлог зашто примена Fe, Zn и Mn путем фертигације, као ни примена N ђубрива, није имала утицаја на садржај ових елемената у листу јабуке, док је фолијарна примена сва три елемента одвела до значајно вишег садржаја у листу јабуке у односу на контролу. С друге стране, на садржај Fe, Zn и Mn у другој години сва три фактора (начин примене микроелемената, облик примене микроелемената и ђубрење азотом) имали су значајан утицај на концентрацију Fe, Zn и Mn.

Када је у питању фолијарна примена микроелемената у нашем истраживању, примена микроелемената у облику сулфата довела је до виших вредности садржаја микроелемената у листу у односу на примену у облику хелата. Иако ове разлике нису биле статистички значајне (изузев за Fe у првој години), пошто су постојале у обе године код сва три елемента, ипак не би било погрешно закључити да је примена у облику соли сулфата имала већи утицај на усвајање преко листа, у односу на хелате. У многим истраживањима описани су процеси усвајања и фактори који утичу на усвајање хранљивих елемената: грађа и старост листа, биљна врста, пропустљивост кутикуле, концентрација раствора ђубрива, релативна влажност ваздуха, молекулска маса једињења у коме се налази хранљиви елемент, исхрана N и др. (Fernandez et al, 2009). Ипак, може се рећи да до данас нису у потпуности разјашњени сви процеси усвајања хранљивих елемената преко листа. У почетку, фолијарна примена микроелемената била је одговор на релативно слабо дејство примене у облику неорганских соли преко земљишта (Rengel, 1999; Abadía, 2002; Sakmak, 2008). Како су неорганске соли микроелемената, као што је гвожђе сулфат, доста нестабилне и могу довести до фитотоксије, услед врло ниске pH вредности (Schonherr и сар, 2005), решење је пронађено у примени микроелемената у органском облику у виду различитих хелата која су имала мање негативно дејство на биљке, а којима се такође

може отклонити недостатак микроелемената у биљкама (Kannan and Wittwer 1965; Wittwer et al. 1967; Reed et al. 1988; Brüggemann et al. 1993; Fernandez et al. 2006; Tyksinski and Komosa 2008). Ипак, поставља се питање ефикасности примене микроелемената у хелатном облику у односу на неорганске соли, као што су сулфати. Reed и сар. (1988) наводе да ефикасност примене Fe-хелата зависи на првом месту од молекулске масе комплекса метал-хелат, и стабилности на различитим рН вредностима раствора у коме се налазе. С друге стране, Schonherr (2005) у свом истраживању истиче да није постојала значајна корелација између молекулске масе комплекса и брзине усвајања, односно пенетрације у лист. Bogowski & Michalek (2011) су у свом истраживању вршили директно поређење ефикасности фолијарне примене неоргаских (FeSO_4 , FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) и органских (Fe-цитрат и Fe-EDTA) соли гвожђа. Аутори наводе да су обе врсте ђубрива имале значајан утицај на повећање садржаја Fe у листовима пасуља у односу на контролу, и да је највећи утицај и највећу ефикасност имала фолијарна примена $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, а најмањи Fe-EDTA. Такође, веће усвајање Fe, уколико се примењује у облику сулфата у односу на хелате, наводе и Kannan & Wittwer (1965), Rombola и сар. (2000), Pestana и сар. 2001, Fernandez и сар. (2006).

Када је у питању фолијарна примена Zn, такође постоје различита истраживања и мишљења у погледу ефикасности Zn сулфата и Zn хелата. Неки аутори (Brown & Krantz, 1966; Woawn 1973; Patel и сар. 1995; Shivay и сар., 2014) наводе већу ефикасност фолијарне примене Zn ако се примењује у облику Zn хелата (Zn-EDTA) у односу на примену у облику Zn сулфата, док према резултатима Brennana (1991), који је истраживао утицај различитих начина примене Zn у производњи пшенице, примена Zn-EDTA била је ефикаснија 1,4-1,7 пута у односу на примену Zn сулфата само уколико се примени у почетним фазама раста, док у случају касније примене није било разлике у погледу ефикасности између ова два ђубрива. Haslett и сар., (2001) такође наводе да нема разлике у погледу ефикасности између фолијарне примене Zn сулфата и Zn хелата.

Насупрот овим истраживањима, Modaihsh (1997) наводи да је примена микроелемената Fe, Zn, Cu, и Mn у облику сулфата довела до веће концентрације ових елемената, у листу биљака пшенице, у односу на примену у облику хелата (EDTA и EDDHA). Поред веће ефикасности, аутор наводи да је примена микроелемената у облику сулфата значајно економичнија у односу на примену у облику хелата.

Истраживања која се односе на фолијарну примену Mn углавном указују на већу ефикасност примене уколико се Mn примењује у облику сулфата у односу на хелате (Broschat, 1991; Thalheimer & Paoli, 2002; Papadakis, и сар., 2005).

Поред примене ђубрива са микроелементима, позитиван утицај на садржај Fe, Zn и Mn у листу јабуке имала је и примена азотних ђубрива, при чему је највиши садржај микроелемената измерен на парцелама где је примењена већа доза N ђубрива. Позитиван утицај N на усвајање микроелемената објашњава се различитим физиолошким и молекуларним механизмима који су директно зависни од обезбеђености биљака азотом (Сакмак и сар., 2010). Примена N повећава синтезу азотних органских једињења (фитосидерофора), које биљке излучују кроз корен, а имају улогу мобилизације метала (микроелемената) у земљишту, услед стварања хелатних комплекса (Mori & Nishizawa, 1987; Waters и сар., 2006; Suzuki и сар., 2008; Borg и сар., 2009; Curie и сар., 2009; Trampczynska и сар., 2010). Такође, примена азотних ђубрива олакшава усвајање микроелемената кореном биљака, услед позитивног утицаја на бројност протеин-транспортера у мембранама коренских ћелија, као и олакшаног транспорта микроелемената кроз ксилем и флоем (Waters и сар., 2006; Haydon & Cobbett, 2007; Borg и сар., 2009; Palmer & Guerinot, 2009).

Поред позитивног утицаја на садржај микроелемената у листу јабуке, примена азотних ђубрива имала је позитиван утицај на укупан принос у обе године истраживања. С друге стране, примена ђубрива са микроелементима није имала утицаја на укупан принос јабуке, изузев третмана где су микроелементи примењени у облику хелата, у другој години истраживања, укупан принос био је значајно виши у односу на контролу, али не и у односу на остале третмане ђубрења микроелементима. Такође, садржај микроелемената у сувој маси плода јабуке био је у статистички значајној корелацији са садржајем у листу. Код садржаја микроелемената Fe и Mn у плоду јабуке забележен је и „ефект разблажења“ (Davis, 2009) на третманима са већом дозом N, пошто се садржај није значајно разликовао у односу на контролу, иако је на овим третманима измерен највиши садржај Fe и Mn у листу.

Примена N ђубрива у првој години довела је до повећања укупног приноса кроз повећање просечне масе плода, при чему није имала утицаја на укупан број плодова по стаблу. У другој години, код третмана где су примењена N ђубрива, измерен је значајно већи број плодова у односу на контролу, али истовремено и

значајно мања просечна маса плода у односу на третман без ђубрења N (контролу). Овакви резултати у потпуности су у сагласности са истраживањима Wargo et al., (2003) и Milić и сар., (2012) који такође наводе позитиван утицај примене N ђубрива на укупан број плодова јабуке, као што је то био случај у нашем истраживању у другој години. У првој години примена N ђубрива није довела до повећања укупног броја плодова, због процеса диференцирања пупољака, од кога зависи број плодова по стаблу. Код вишегодишњих засада, диференцирање се одвија у другој половини вегетације, што значи да је овај процес већ био завршен када су први пут примењена N ђубрива у пролеће 2014., а укупан број родних пупољака дефинисан. Ипак, примена N у 2014. години имала је позитиван утицај на диференцирање пупољака и укупан број плодова у 2015. години. Познато је, да са повећањем броја плодова по стаблу долази до смањења просечне масе плода (Elfving, 1993; De Salvador и сар, 2006, Milić и сар., 2012), па се из тог разлога као редовна агротехничка мера у савременим засадима јабуке спроводи проређивање плодова, у циљу добијања веће просечне масе плода (Milić и сар., 2012). У нашем истраживању, примена микроелемената у облику хелата, путем феригације, довела је до значајно веће масе плода на третману N₂ (већа доза N), у односу на контролу на истом третману (без примене микроелемената + већа доза азота), али не и на третману N₀ (примена микроелемената без примене N). Овакви резултати указују да је примена микроелемената довела до пропорционално мањег смањења масе плода услед повећања броја плодова, у односу на третмане где је примењено само N ђубриво без примене микроелемената. Позитиван утицај примене микроелемената на просечну масу плода може се објаснити важном, незаменљивом улогом Fe, Mn и Zn у великом броју примарних метаболичких процеса од којих зависи принос и квалитет гајених биљака (Dimkra & Bindraban, 2016). У нашем истраживању садржај приступачних облика ова три елемента био је у границама оптималних вредности, па се могло претпоставити да примена микроелемената неће довести до значајног повећања приноса, што је и потврђено на парцели N₀ (без примене N) где није било повећања приноса ни у једној години истраживања. Међутим, са повећањем приноса, услед примене N, примена микроелемената је имала позитиван утицај, односно постојале су значајне интеракције између ђубрења N и примене микроелемената. Више аутора такође наводи повећање приноса услед примене микроелемената на земљиштима где се не очекује недостатак, при чему су

приноси били значајно већи у односу на третмане где су само примењена NPK ђубрива (Dimkra & Bindraban, 2016).

У нашем истраживању, фолијарном применом ђубрива са микроелементима примењено је тростуко мање активне материје у односу на примену путем фертигације. Како би се оценила ефикасност различитих начина примене и облика микроелемената израчунат је парцијални биланс приносом (ПНБ), као један од показатеља ефикасности примене ђубрива (Dobermann, 2007; Fixen и сар., 2015), који представља однос између изнете количине микроелемената са парцеле, у односу на укупно примењену количину, и исказан је у процентима. Snyder and Bruulsema, (2007) наводе да би идеалне вредности за ПНБ требале да буду 1, односно 100%, што би значило да се са парцеле износи онолико хранљивих елемената колико се и примени путем ђубрива. Вредности веће од 100 % значило би да се са парцеле износи више елемената него што се враћа путем ђубрива, док би вредности значајно ниже од 100 % указивале на малу ефикасност ђубрива и потенцијално загађење екосистема. У нашем истраживању фолијарна примена сва три микроелемента имала је значајно више вредности ПНБ-а, у односу на примену преко земљишта, у обе године истраживања. Ипак, уколико се изузму вредности ПНБ-а за примену гвожђа у 2015. години, које су се кретале од 5% до 34%, вредности за ђубрење Zn и Mn биле су испод 10 %, што указује на релативно ниску ефикасност примењених ђубрива са микроелементима.

8. ЗАКЉУЧАК

На основу испитивања изведених у лабораторијским и пољским условима могу се донети следећи закључци:

8.1. Истраживања у производним условима

Наводњавање и фертигација системом „кап по кап“ довела је до значајног смањења активне и супституционе рН вредности земљишта, као и смањења садржаја калцијум карбоната и садржаја органске материје у површинским слојевима земљишта 0-10 cm и 10-20 cm.

Посматрано у просеку за слој земљишта који одговара зони кореновог система јабуке (0-50 cm), наводњавање и фертигација довела су до значајног смањења садржаја хумуса, рН вредности и CaCO_3 на локалитету Љутово (песковита иловача) и значајно нижег садржаја CaCO_3 на локалитету Ремета (иловача).

У земљиштима тежег механичког састава (иловача и глиновита иловача) измерена је значајна акумулација приступачних облика P_2O_5 , K_2O , Fe, Zn, Mn и Cu у површинском слоју земљишта дубине 0-10 cm, док је на песковитој иловачи утврђен значајно бољи распоред хранљивих елемената у профилу земљишта до дубине од 50cm, у зони кореновог система, у односу на иловачу и песковиту иловачу.

Овакви резултати указују да, поред бројних предности, фертигација системом „кап по кап“ може довести до смањења плодности земљишта. Негативном утицају у већој мери је изложено земљиште лакшег механичког састава, али истовремено је и погодније за примену ђубрива путем фертигације, услед боље дистрибуције хранива по дубини земљишта, у односу на земљишта тежег механичког састава као што су иловача и глиновита иловача.

8.2. Поређење два система примене макроелемената (N, P, K) у савременом засаду јабуке

Садржај минералног N у земљишту није се значајно разликовао у зависности од начина примене, дубине слоја и удаљености од капалке, већ су значајне разлике постојале само услед примене различитих количина N ђубрива. Овакви резултати указују да је примена амонијум нитрата довела до равномерног распореда минералних облика N у зони кореновог система, пре свега услед велике мобилности нитратног јона, након примене амонијум нитрата.

Садржај приступачних облика P у земљишту значајно се разликовао у зависности од начина примене ђубрива, при чему је велики утицај на дистрибуцију фосфора у зони кореновог система имала количина и распоред падавина у првој половини вегетације. Наиме, у првој години истраживања са знатно већом количином падавина од вишегодишњег просека, у свим слојевима земљишта измерен је значајно виши садржај лакоприступачног P на парцелама са класичном применом ђубрива. С друге стране, у другој години истраживања нису постојале разлике у садржају приступачног P по слојевима, у зависности од начина примене ђубрива, када су количине и распоред падавина биле ближе вишегодишњем просеку. Такође, примена P путем фертигације довела је до значајно вишег садржаја приступачног P у слоју земљишта 30-40 cm, у односу на класичну примену. Хоризонтална дистрибуција фосфора у земљишту се такође разликовала између две године истраживања. У првој години садржај приступачног P у земљишту се није разликовао у зависности од удаљености од капалке, без обзира на начин примене, док је у другој години његов садржај директно испод капалке био значајно виши у односу на садржај измерен 15 cm и 30 cm од капалке. Такође, у другој години садржај приступачног P био је значајно нижи у односу на садржај који је измерен на истим позицијама на парцелама са класичном применом ђубрива. Овакви резултати указују да је примена фертигације у првој години довела до већег хоризонталног померања P, у односу на другу годину, и да истовремено практично није постојало вертикално померање P.

На свим парцелама, укључујући и контролне парцела где нису примењена ђубрива, на крају друге године истраживања (2015. год.) измерена је нижа рН вредност у односу на почетно стање (2013. год.).

Садржај хумуса у земљишту је након две године истраживања био на истом нивоу као и на почетку истраживања у 2013. години. Иако је на крају 2015. године измерен нижи садржај хумуса у односу на почетно стање, разлике нису биле статистички значајне.

На основу анализе листа може се закључити да је ефикасност и дејство NPK ђубрива у великој мери било под утицајем падавина. Резултати су показали да у години с великом количином падавина ни један од начина примене није довео до значајног повећања укупног N и P у листу јабуке, док је класична примена K ђубрива била ефикаснија од примене путем фертигације. С друге стране, у години са мање падавина (ближе просечним вредностима), показало се да су оба начина примене N имала позитиван и подједнак утицај на садржај N у листу, док је примена P путем фертигације била ефикаснији начин од класичног. Истовремено, у години са мање падавина, оба начина примене K су подједнако утицала на повећање укупног садржаја K у листу јабуке.

Примена већих доза NPK2 и NPK3 ђубрива је значајано утицала на повећање приноса јабуке у односу на контролу, без обзира на начин примене. Разлике између начина примене (класично - фертигација) биле су значајне само у другој години, где је на свим парцелама са класичном применом ђубрива измерен већи принос у односу на парцеле са применом фертигације. У првој години истраживања остварен је већи принос јабуке применом NPK2 и NPK3, услед већег броја плодова, али не и просечне масе плода, која се није разликовала у односу на контролу, док у другој години већи принос није последица само већег броја плодова него и веће просечне масе плода у односу на контролу, при чему је највећа просечна маса плода измерена на третманима где су NPK ђубрива примењена растурањем по парцели.

Поред повећања приноса, примена NPK ђубрива имала је утицај и на садржај укупног Ca, Mg и K у плоду јабуке, самим тим и на складишну способност, односно потенцијалну опасност од појаве физиолошког обољења као што су горке пеге, које настају услед ниског садржаја Ca, или високог односа K/Ca у плоду јабуке. У обе године истраживања, примена NPK ђубрива, посебно већих доза, негативно је утицала на садржај Ca и однос K/Ca у плоду јабуке у односу на контролу, при чему је класична примена ђубрива, у првој години, довела до значајно нижег садржаја Ca и

већег односа K/Ca не само у односу на контролу, већ и у односу на примену NPK ђубрива путем фертигације.

Наша истраживања су потврдила претходне ставове и указала на нове проблеме. Наиме, ако се ђубрива користе путем фертигације, у годинама са обилним падавинама (каква је била прва година истраживања), земљиште је потпуно сатурисано водом, те се може десити да већи део хранива због њихове мобилности заврши изван зоне кореновог система. У том случају, већи проблем представљају N и P, који се примењују у првој половини вегетације када су потребе биљака за овим елементима највеће, што је период када у нашим агроколошким условима има довољно атмосферских падавина па често није потребно наводњавати.

8.3. Поређење начина и облика примена микроелемената (Fe, Zn и Mn) у савременом засаду јабуке

На основу основних хемијских својстава земљишта на коме је постављен пољски оглед, могли су се очекивати проблеми у исхрани биљака микроелементима, услед смањене приступачности у условима повишене рН вредности и високог садржаја CaCO₃. Ипак, током истраживања садржај приступачних облика Fe и Mn (DTPA екстракција) био је изнад граница оптималне обезбеђености (4,5 mg/kg за Fe и 1 mg/kg за Mn), док је садржај Zn био између средње и оптималне обезбеђености земљишта. Резултати су показали да је примена ђубрива која садрже Fe и Zn у облику хелата довела до значајно више концентрације приступачних облика ових елемената у земљишту, не само у односу на контролу већ и у односу на примену ђубрива која су садржала Fe и Zn у облику сулфата. Такође, примена Fe и Zn у облику хелата довела је и до боље дистрибуције у зони корена, односно концентрација приступачних облика ових елемената била је виша не само у површинским слојевима, већ и у дубљим слојевима (20-30 cm и 30-40 cm), као и на одаљеност од 15 cm и 30 cm од центра капаљке.

Примена ђубрива са микроелементима путем фертигације није имала утицаја на садржај микроелемената у листу јабуке у првој години истраживања, док је фолијарна примена довела до значајно вишег садржаја сва три елемента у листу јабуке, у односу на контролу у обе године истраживања. Фолијарна примена

микроелемената у облику сулфата довела је до виших вредности садржаја микроелемената у листу у односу на примену у облику хелата.

Позитиван утицај на садржај Fe, Zn и Mn у листу јабуке имала је примена азотних ђубрива, при чеми је највиши садржај микроелемената измерен на парцелама где је примењена већа доза N ђубрива.

Примена азотних ђубрива имала је и позитиван утицај на укупан принос у обе године истраживања. С друге стране, примена ђубрива са микроелементима није имала утицај на укупан принос јабуке, изузев у другој години истраживања код третмана где су микроелементи примењени у облику хелата, путем фертигације, где су укупан принос, и просечна маса плода били значајно већи у односу на контролу, али не и у односу на остале третмане ђубрења микроелементима.

Утврђене су значајне интеракције између ђубрења N и примене микроелемената. Примена азота довела је до повећања броја плодова по стаблу јабуке али и смањења просечне масе плода, услед већег броја плодова. Примена микроелемената довела је до повећања масе плода. Фолијарна примена сва три микроелемента имала је значајно више вредности парцијалног биланса микроелемената (ПНБ), у односу на примену преко земљишта, у обе године истраживања. Ипак, уколико се изузму вредности ПНБ-а за примену Fe у 2015. години које су се кретале од 5% до 34%, вредности за ђубрење Zn и Mn биле су испод 10%, што указује на релативно ниску ефикасност примењених ђубрива са микроелементима.

На основу резултата истраживања може се закључити да приликом фолијарне примене микроелемената предност треба дати ђубривима која садрже микроелементе у облику неорганичких соли (сулфата), у односу на хелате. С друге стране, уколико се ђубрива примењују путем фертигације, предност треба да имају ђубрива која садрже микроелементе у облику хелата, у односу на ђубрива која садрже микроелементе у облику сулфата. Такође, резултати су показали да на ефикасност примене ђубрива са микроелементима велики утицај имају агроеколошки услови током вегетације, при чему је њихов утицај много већи уколико се ђубрива примењују путем фертигације, без обзира на облик у коме се микроелементи налазе.

9. ЛИТЕРАТУРА

1. "Apple". Natural History Museum. (2013). <http://www.nhm.ac.uk/take-part/identify-nature.html>.
2. Bacon P, Davey B. (1982). Nutrient availability under trickle irrigation: I. Distribution of water and Bray no. 1 phosphate. *Soil Science Society of America Journal*. 46(5):981–7.
3. Abadia J., Alvarez-Fernandez A., Morales F., Sanz M., Abadia A. (2002). Correction of iron chlorosis by foliar sprays. *Acta Hort*. 594, 115–121.
4. Abbas, G., Khan, M.Q, Khan, M.J., Hussain, F., Hussain, I. (2009). Effect of iron on the growth and yield contributing parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.). *The J Animal Plant Sci* 19:135–139.
5. Alloway, B. J. (2013). Sources of heavy metals and metalloids in soils. In *Heavy metals in soils* (pp. 11-50). Springer Netherlands.
6. Alva A.K., Obreza T.A. (1993). Variation in soil pH and calcium status influenced by mikrosprinkler wetting pattern for young citrus trees. *HORTSCIENCE*, 28 (12):1166-1167.
7. Alway E. (1993). Using fertigation to maximize tree growth, fruit production and profitability. *COMPACT FRUIT TREE*. 26.
8. Amarante, C.V.T., Chaves, D.V., Ernani, P.R. (2006a). Multivariate analysis of nutritional attributes associated with bitter pit in 'Gala' apples. *Pesqui. Agropecu.Bras*. 41, 841–846.
9. Amarante, C.V.T., Miqueloto, A., De Freitas, S.T., Steffens, C.A., Silveira, J.P.G., Corrêa, T.R. (2013). Fruit sampling methods to quantify calcium and magnesium content to predict bitter pit development in 'Fuji' apple: a multivariate approach. *Sci.Hortic*. 157, 19–23.
10. Ankerman, D., Large. R. (1977). Minor elements. *Soil and Plant Analysis*. Madison, Wisconsin, USA, Soil Science Society of America, Inc., pp.34-45.
11. Archana H. A. and Maragatham N. (2017). Nitrogen, Phosphorus and Potassium Dynamics in Soil under Drip and Micro Sprinkler Fertigation and Its Effects on Turmeric Yield. *Chemical Science Review and Letters*, 6(23): 2058-2062
12. Arsenijević – Maksimović, I., Pajević, S. (2002). *Praktikum iz fiziologije biljaka*. Poljoprivredni fakultet : Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.

13. Atkinson, D. (1980). The distribution and effectiveness of the root of tree crops. *Hort. Rev.*, 2:424-490.
14. B. D. Sharma, D. S. Chahal, P. Singh, K. Raj-Kumar, (2008). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 39 - 2550)
15. Bacon, P.E. and B.G. Davey. (1982). Nutrient availability under trickle irrigation: I. Distribution of water and Bray no. 1 phosphate. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 981–987.
16. Badr M. A., Abou Hussein, S.D., El-Tohamy, W.A. (2015). Methods of Phosphorus Application and Fertigation Rate on Eggplant Yield and Phosphorus Use Efficiency in Sandy Soil. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(4): 1055-1060.
17. Bajwa, M. I., M. Rashid, F. Rahman, M. N. Din, R. Hussain and A. R. Sajid. "Podon K ghizai annasir aur kimiai khadon ka istemal", National Fertilizer Marketing Limited, Lahore. (Urdu).
18. Bar-Tal, A., Aloni, B., Karni, L. (2001). Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. I. Effects of nitrogen concentration and NO₃:NH₄ ratio on yield, fruit shape, and the incidence of blossom-end rot in relation to plant mineral composition. *HortScience* 36, 1244–1251.
19. Bar-Yosef B, Sagiv B, Markovitch T. (1989). Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation. *Agronomy Journal*. 81(3):443±447.
20. Bar-Yosef, B. (1999). Advances in fertigation. *Adv. Agron.* 65:1-77.
21. Belton P.R., Goh K.M. (1992). Effects of urea fertigation of apple trees on soil pH, exchangeable cations and extractable manganese in a sandy loam soil in New Zeland. Kluwer Academic Publishers. ISSN: 0167-1731., *Fertilizer Research*, 33 (3): 239-247.
22. Ben-Gal A, Dudley LM. (2003). Phosphorus availability under continuous point source irrigation. *Soil Science Society of America Journal*. 67(5):1449–1456.
23. Ben-Gal, A., and L. M. Dudley. (2003). Phosphorus Availability under Continuous Point Source Irrigation Contribution of the Utah Agric. Exp. Stn., Utah State Univ., Logan, UT. Journal paper no. 7496. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1449-1456. doi:10.2136/sssaj2003.1449.
24. Bergman, W. (1992). *Nutritional Disorders of Plants – Development Visual and Analytical Disagnosis*, Fischer Verlag, Jena, Germany
25. Bergman, W., Neubert, P. (1976). *Pflanzendiagnose und Pflanzen-Analysen*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
26. Beushlein H. D. (1994). Fertigation im Vergleich zur Bewässerung. *OBSTBAU* 6.
27. Boawn, L. C. (1973). Comparison of zinc sulfate and zinc EDTA as zinc fertilizer sources. *Soil Science Society of America Journal* 37:111–15.
28. Bogdanović, D. (1978). Odnos između načina primene azotnih đubriva i usvajanja azota od strane kukuruza. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

29. Bogdanovic, D., Ubavic, M., Cuvardic, M. (1999). Effect of phosphorus fertilization on Zn and Cd contents in soil and corn plants. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 54: 49-56.
30. Bolohan, D. E., Avarvarei, I., Volf, M. (2011). Effects of fertilization on the evaluation of macronutrients concentration in *Malus domestica* leaves, Idared variety, under agroecopedological conditions of "V. Adamachi" farm, Iași. *Luc. Știin. Agron.* 54, 185–188.
31. Borg, S., Brinch-Pedersen, H., Tauris, B., Holm, P.B. (2009). Iron transport, deposition and bioavailability in the wheat and barley grain. *Plant Soil* 325:15–24.
32. Borowski, E., and Michalek, S. (2011). The effect of foliar fertilization of French bean with Iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to Iron uptake and translocation in leaves. *Acta Sci. Pol., HortorumCultus.*, 10(2): 183-193.
33. Bošković-Rakočević, L., Pavlović, R., Đurić, M. (2017). Effect of phosphorus fertilizers on yield and cadmium content of potato tubers. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. XXII, 43, 37-46
34. Bound S.A.(2005). The impact of selected orchard management practices on apple *Malus domestica* L. Fruit quality. Submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Tasmania;
35. Bowen, H. J. M. (1979). *Environmental Chemistry of the Elements*, Academic Press, New York, 333.
36. Boyer, Jeanelle; Liu, RH. (2004). "Apple phytochemicals and their health benefits". *Nutrition journal*. Cornell University, Ithaca, New York 14853-7201 USA: Department of Food Science and Institute of Comparative and Environmental Toxicology. 3 (1):5,. 442131
37. Bravdo B. (1993). Root restriction by drip fertigation for high density orchards. *ACTA HORT.* 349.
38. Bravdo B., Proebsting E.L. 1993. Use of drip irrigation in orchards. *HORT TECH.* 3 (1).
39. Bremner, J. M. (1965). Nitrogen availability indexes. In „Methods of soil analysis“. Part 2. (C. A. Black ed.). *Agronomy* 9, Am. Soc. Of Agron., Medison, Wisconsin, p. 1324-1345.
40. Brennan, R. F. (1991). Effectiveness of zinc sulfate and zinc chelate as foliar sprays in alleviating zinc deficiency of wheat grown on zinc-deficient soils in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 31:831–34.
41. Broschat, T.K. (1991). Effect of manganese source on manganese uptake by pygmy date palms. *Hort-Science.* 26, 11, 1389-1391.
42. Brown, A. L., and B. A. Krantz. (1966). Source and placement of zinc and phosphorus for corn (*Zea mays* L.). *Soil Science Society of America Journal* 30:86–89.

43. Brüggemann W., Maas-Kantel K., Moog P.R. (1993). Iron uptake by leaf mesophyll cells: The role of the plasma membrane-bound ferric-chelate reductase. *Planta* 190, 151–155.
44. Buban T., Lakatos T. (1998). Fertigation in young apple orchard by using different forms of nitrogen. 4th Int. Conf. On IFP. Belgium.
45. Buccolieri, A., Buccolieri, G., Dell'Atti, A., Strisciullo, G., Gagliano-Candela, R. (2010). Monitoring of total and bioavailable heavy metals concentration in agricultural soils. *Environmental Monitoring and Assessment* 168:547-560.
46. Cakmak I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? *Plant Soil* 302:1–17.
47. Cakmak, I., Pfeiffer, W.H., McClafferty, B. (2010). Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry* 87:10–20.
48. Caliskan, S., Ozkaya, I., Caliskan, M.E., Arslan, M. (2008). The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops Res* 108:126–132.
49. Callan, N.W., and M.P. Westcott. (1996). Drip irrigation for application of potassium to tart cherry. *Journal of Plant Nutrition* 19:163–172.
50. Caravaca F., Lax A., Albaladajo J. (1999). Organic matter, nutrient contents and cation exchange capacity in fine fractions. *Geoderma*, 93: 161–176.
51. Clark, G.A., C.D. Stanley, D.N. Maynard, G. J. Hochmuth, E.A. Hanlon and D.Z. Haman. (1991). Water and fertilizer management of microirrigated fresh market tomatoes. *Am. Soc. Agr. Engin.* 34:429-435.
52. Condron L, Sinaj S, McDowell R, Dudler-Guela J, Scott J, Metherell A. (2006). Influence of long-term irrigation on the distribution and availability of soil phosphorus under permanent pasture. *Soil Research*. 44(2):127–133.
53. Condron L.M., Hopkins D.W., Gregorich E.G., Black A., Wakelin S.A. (2014). Long-term irrigation effects on soil organic matter under temperate grazed pasture. *European Journal of Soil Science*, 65(5): 741–750.
54. Cooksey, M., Barnett, W. (1979). Sequential Multielement Atomic Absorption Analysis of Agricultural Samples. *At. Absorpt. Newsl.* 18, 1.
55. Curie, C., Cassin, G., Couch, D., Divol, F., Higuchi, K., Jean, M.L., Misson, J., Schikora, A., Czernic, P., Mari, S. (2009). Metal movement within the plant: contribution of nicotianamine and yellow stripe 1-like transporters. *Annals of Botany* 103: 1-11.
56. Čuvarđić M, Hadžić V., Sekulić P, Kastori R., Belić M, Govedarica M., Nešić Lj., Pucarević M., Vasin J. (2004). Kontrola kvaliteta poljoprivrednog zemljišta i vode za navodnjavanje Vojvodine. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 4: 115-127.

57. Dasberg, S., A. Bar-Akiva, S. Spazisky. and A. Cohen. (1988). Fertigation versus broadcasting in an orange grove. *Fertilizer Research* 15: 147-154.
58. Davis, D.R. (2009). Declining Fruit and Vegetable Nutrient Composition: What Is the Evidence? *HORTSCIENCE*, 44(1): 15-19.
59. De Freitas, S.T., Mitcham, E.J. (2012). Factors involved in fruit calcium deficiency disorders. *Hortic. Rev.* 40, 107–146.
60. De Salvador, F. R., Fisichella, M., Fontanari, M. (2006). Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high and standard crop load levels. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (2): 113-122.
61. Dencker I., Hansen P. (1994). Effects of water and nutrient supply on extension growth, bud development, and flowering habit of young ‘Elstar’ apple trees *GARTEN BAUWISSENSCHAFT* 59: 4.
62. Dersch G., Böhm K. (2001): Effects of agronomic practices on the soil carbon storage potential in arable farming in Austria. *Nutrient Cycling In Agroecosystems*, 60: 49–55.
63. Dimkpa, C. O., Bindraban, P.S. (2016): Fortification of micronutrients for efficient agronomic production: a review. *Agronomy of Sustainable Development*, 36: 7.
64. Dobermann, A. (2007). Nutrient use efficiency – measurement and management. In: *Fertilizer Best Management Practices: General Principles, Strategy for their Adoption and Voluntary Initiatives vs Regulations*. 7-9 March 2007, Brussels, Belgium. International Fertilizer Industry Association, Paris, France. p1-28.
65. Drechsel P, Heffer P, Magen H, Mikkelsen R, Wichelns D (eds) *Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification*. IFA, IWMI, IPNI, IPI. First edition, Paris, France, pp 8–37.
66. Ebel, R.C. and E.L. Proebsting. (1993). Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality, and storage life. *HortScience* 28: 141-143.
67. Elfving D.C. (1993). Fruit Count, Fruit Weight, and Yield Relationships in ‘Delicious’ Apple Trees on Nine Rootstock. *HORTSCIENCE* 28(8):793–795.
68. Enger H, Riehm H, Domingo WR. (1960). Studies on the chemical soil analysis as a basis for assessing the nutrient status of the soil. II Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. *Kunigl. Lantbr. Hogsk. Ann.*, 26: 199-215.
69. Entry J.R., Sojka R.E., Shewmaker G.E. (2002). Management of irrigated agriculture to increase organic carbon storage in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 66: 1957-1964.
70. Fanish S. A. and Muthukrishnan P. (2013). Nutrient Distribution Under Drip Fertigation Systems. *World J. Agric. Sci.*, 9 (3): 277-283.
71. FAOSTAT, 2018., <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>

72. FAOSTAT. 2014., <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
73. Fernandez V., Del Rio V., Abadia J., Abadia. A., 2006. Foliar iron fertilization of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): Effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant Soil* 289, 239–252.
74. Fernández V., Sotiropoulos T., Brown P. (2009). Foliar fertilization Scientific principles and field practices. International Fertilizer Industry Association (IFA), First edition, IFA, Paris, France, March 2013.
75. Fixen P, Brentrup F, Bruulsema T, Garcia F, Norton R, Zingore S. (2015). Nutrient/fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends. In:
76. Getaneh F, Deressa A, Negassa W. (2007). Influence of small scale irrigation on selected soil chemical properties. Tropentag, Witzzenhausen, Germany, 2007 October 9–11
77. Goyal MR. (2012). Management of Drip/trickle Or Micro Irrigation. CRC Press;
78. Grant CA, Flaten DN, Tamasiewicz DJ, S.C. Sheppard. (2001). The importance of early season phosphorous nutrition. *Candian J Plant Sci.*, 81, 211-224.
79. Gvozdenović, D. (1998). *Jabuka*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
80. Hagin J., M. Sneh and A. Lowengart-Aycicegi. (2002). IPI Research Topic No. 23: Fertigation- Fertilization through irrigation. International Potash Institute IPI, Horgen, Switzerland).
81. Hanson, B.R., Simunek J., Hopmans J.W. (2006). Evaluation of urea- ammonium-nitrate fertigation with drip irrigation using numerical modeling. *Agricultural Water Management*, 86: 102–113.
82. Haslett B. S., Reid R. J., Rengel, Z. (2001). Zinc mobility in wheat: uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots. *Annals of Botany* 87: 379±386, 2001.
83. Haydon, M.J., Cobbett, C.S. (2007). Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *New Phytol* 174: 499–506.
84. Haynes R.J. (1985). Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. *Fertilizer Research*, 6: 235–255.
85. Haynes, R.J. and R.S. Swift. (1986). Effects of soil acidification and subsequent leaching on levels of extractable nutrients in soil. *Plant Soil* 95:327–336.
86. Haynes, R.J., Swift R.S. (1987). Effect of trickle fertigation with three forms of nitrogen on soil pH, levels of extractable nutrients below the emitter and plant growth. *Plant and Soil*, 102: 211–221.
87. Henry J.L., Hogg T.J. (2003): Evaluation of the Effects of Irrigation on Soil Chemical and Physical Properties. Irrigation sustainability – Saskatchewan activity, Canada-Saskatchewan Irrigation Diversification Center, Canada.

88. Hepper E.N, Buschiazzo D.E., Hevia G.G., Urioste A., Anton L. (2006). Clay mineralogy, cation exchange capacity and specific surface area of loess soils with different volcanic ash contents. *Geoderma*, 135: 216–223.
89. Hikasa Y., Muramatsu H., Minegishi T. (1986). Effects of nitrogen application rate on the growth, yield and fruit quality of dwarf apple trees. *Bull. Hokkaido Prefectural Agric. Exp. Stations* 55: 23-31.
90. Higgs N.A. (1992). Fertigation of newly planted Queen Cox/M9 apple trees: establishment, early growth and precocity of cropping. *J. HORT. SCI.* 67: 1.
91. Ho, L.C., Hand, D.J., Fussell, M., (1999). Improvement of tomato fruit quality by calcium nutrition. *Acta Hortic.* 481, 463–468.
92. Ho, L.C., White, P.J., (2005). A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. *Ann. Bot.* 95, 571–581.
93. Hornig R., Bünemann G. (1995). Effects of soil management, irrigation and fertigation in an IP apple orchard on soil nitrate content and on tree mineral nutrition. *ACTA HORT.* 383.
94. Hoying, S., Fargione, M., Iungerman, K. (2004): Diagnosing Apple Tree Nutritional Status: Leaf Analysis Interpretation and Deficiency Symptoms. *Fruit Quarterly*, 12(1): 16-19. New York, US
95. Kalbitz K., Solinger S., Park J.H., Michalzik B., Matzner E. (2000): Controls on the dynamics dissolved organic matter in soils: a review. *Soil Science*, 165(4): 277–304.
96. Kannan S., Wittwer S.H., (1965). Effects of chelation and urea on iron absorption by intact leaves and enzymically isolated leaf cells. *Plant Physiol.* 40, 12–18.
97. Kargbo D., J. Skopp and D. Knudsen, (1991). Control of nutrient mixing and uptake by irrigation frequency and relative humidity. *Agron. J.*, 83: 1023–1028
98. Kenworthy A.L. (1979). Applying nitrogen to fruit trees through trickle irrigation systems. *ACTA HORT.* 89.
99. Klein. L. (1992). The effect of potassium applied by drip irrigation on growth fruit quality and storage of apples on a soil with marginal Mg content. *Potash Rev. Intern. Potash Insti.* No. 1/1992, 9/5, 7pp.
100. Kleni. L. (1992). The effect of potassium applied by drip irrigation on growth fruit quality and storage of apples on a soil with marginal Mg content. *Potash Rev. Intern. Potash Insti.* No. 1/1992, 9/5, 7pp.
101. Kłossowski W., Czynczyk A. (1974). Analizy chemiczne gleby i liści jakometody badań potrzeb nawozowych jabłoni w szkółce. *Pr. Inst. Sad.* XVIII.
102. Kodde K., Van der Maas R., Bolding P. (1992). Fertigation proves itself also in later years. *FRUITTEELT DEN HAAG.* 82.

103. Komosa A., Pacholak E., StafECKA A., Treder W. (1999): Changes in nutrient distribution in apple orchard soil as the effect of fertigation and irrigation. I Ammonium and nitrates. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 7(1): 27-40.
104. Koutinas, N., Pepelyankov, G., Lichev, V. (2014): Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24(1): 1549-1558.
105. Kumar K., Goh K.M. (2000): Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen, dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Advances in Agronomy*, 68: 197–319
106. Leita L., De Nobili M., Mondini C., Muhlbachova G., Marchiol L., Bragato G., Contin M. (1999): Influence of inorganic and organic fertilization on soil microbial biomass, metabolic quotient and heavy metal bioavailability. *Biology and Fertility of Soils*, 28: 371–376.
107. Lindsay W.L., Norvell W.A. (1978): Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America*, 42: 421–428.
108. Lindsay, W. L. (1974). "Role of Chelation in Micronutrient Availability." In: *The Plant Root and Its Environment*, edited by E. E. Carson, 507–524. Charlottesville: University Press of Virginia.
109. Manojlović, M. and Singh, B.R., 2012. Trace elements in soils and food chains of the Balkan region. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science*, 62(8), pp.673-695.
110. Mačkić (2016): Vodno fizička svojstva karbonatnog černozema u uslovima navodnjavanja povrća. *Doktorska disertacije. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*.
111. Maqueda, C., Herencia, J.F., Ruiz, J.C., Hidalgo, M.F. (2011): Organic and inorganic fertilization effects on DTPA-extractable Fe, Cu, Mn and Zn, and their concentration in the edible portion of crops. *The Journal of Agricultural Science* 149:461-472.
112. Marschner, H. (1988): Mechanisms of Manganese Acquisition by Roots from Soils. In: *Manganese in Soils and Plants* (Eds. Robin D. Graham, Robert J. Hannam, Nicholas C. Uren), *Developments in Plant and Soil Sciences*, Volume 33.
113. Mbagwu J, Osuigwe J. (1985). Effects of varying levels and frequencies of irrigation on growth, yield, nutrient uptake and water use efficiency of maize and cowpeas on a sandy loam ultisol. *Plant and soil*. 84 (2):181-192.
114. Milić, B., Cabilovski, R., Keserovic, Z., Manojlovic, M., Magazin, N., Doric, M. (2012): Nitrogen fertilization and chemical thinning with 6-benzyladenine affect fruit set and quality of golden delicious apples. *Scientia Horticulturae* 140 (2012) 81–86.

115. Millard, P. (1996). Ecophysiology of the internal cycling of nitrogen for tree growth. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 159:1--10.
116. Millard, P. and G.H. Neilsen. (1989). The influence of nitrogen supply on the uptake and remobilization of stored N for the seasonal growth of apple trees. *Ann. Bot.* 63:301--309.
117. Miller, H.G. and J.D. Miller. (1987). Nutritional requirements of Sitka spruce. *Proc. R. Soc. Edinb. B.* 93:75--83.
118. Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I., Bošković-Rakočević, L., Milivojević, J. (2013). Fertilization effect on trees and fruits characteristics and leaf nutrient status of apricots which are grown at Cacak region (Serbia). *Sci. Hortic.* 164, 112–123.
119. Mishra, P., D.K. Singh and R. Ravi Babu, (2006). Impact of method of irrigation and fertilizer application on distribution of potassium in soil under radish. *IE (I) Journal.*, 87: 20-23.
120. Mmolawa, K. and Or, D. (2000). Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review. *Plant and Soil.* 222: 163-190.
121. Modaihsh A.S. (1997): Foliar application of chelated and nonchelated metals for supplying micronutrients to wheat grown on calcareous soil. *Experimental Agriculture*, 33(2): 237-245.
122. Montañes, L., Heras, L., Sanz, M. (1991). Deviation from optimum percentage (DOP). A new index for interpretation of plant analysis. *An. Aula Dei.* 20, 93–107.
123. Morgan, B., and O. Lahav. (2007). "The Effect of pH on the Kinetics of Spontaneous Fe (II) Oxidation by O₂ in Aqueous Solution – Basic Principles and a Simple Heuristic Description." *Chemosphere* 68(11): 2080–2084.
124. Mori, S., Nishizawa, N. (1987): Methionine as a dominant precursor of phytosiderophores in Graminaceae plants. *Plant and Cell Physiology* 28: 1081-1092.
125. Neilsen D. and G.H. Neilsen. (1997). Effects of Irrigation Management on Nitrogen Availability In High Density Apple Orchards. *Acta Hort* 448. ISHS 1997.
126. Neilsen D., Neilsen G.H., Hall J.W. (2000). Fruit mineral concentration and quality of 'Gala' apples as affected by rate timing of fertigated. *ACTA HORT.* 512.
127. Neilsen G. H., Neilsen D., Toivonen P., Herbert, L. (2008): Annual bloom-time phosphorus fertigation affects soil phosphorus, apple tree phosphorus nutrition, yield, and fruit quality. *HORTSCIENCE* 43(3):885–890.
128. Neilsen G.H., Hogue, E.J., Parchomchuk, P. (1990): Flowering of apple trees in the second year is increased by first-year P fertilization. *HortScience* 25:1247–1250.
129. Neilsen G.H., Parchomchuk P., Hogue E.J., Wolk W.D., Lau O.L. (1993): Response of apple trees to fertigation-induced soil acidification. *Canadian Journal of Plant Science*, 833: 347–351.

130. Neilsen G.H., Stevenson D.S. (1983): Leaching of soil calcium, magnesium, and potassium in irrigated orchard lysimeters. *Soil Science Society of America Journal*, 47: 692-696.
131. Neilsen, D., Neilsen, G. H. (2002). Efficient use of nitrogen and water in high-density apple orchards. *HortTechnology*. 12, 19–25.
132. Neilsen, G. H. and Hoyt, P. B. (1990). A comparison of methods to raise zinc concentration of apple leaves. *Can. J. Plant Sci.* 70: 599–603.
133. Neilsen, G.H., Neilsen, D., F. Peryea (1999): Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen, phosphorus, and potassium. *HortTechnology* 9(3): 394-401.
134. Neumann D., Neumann U., (1981). Untersuchungen zur Mineraldüngung in Apfelanlagen mit Kurzgrassmulch. *Arch. Gartenbau* 29(7): 331-341.
135. Norvell, W. A. (1972). "Equilibria of Metal Chelates in Soil Solution." In *Micronutrients in Agriculture*, edited by J. J. Mortvedt, P. M. Giordano, and W. L. Lindsay, 115–136. Madison, WI: Soil Science Association of America.
136. Oberly, G.H. and D. Boynton. (1966). Apple nutrition. P. 1–50 In: N.F. Childers (ed.). *Nutrition of fruit crops*. Horticultural Publications, New Brunswick, N.J.
137. Olszewski T. (2001). Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wzrost drzew, wielkość i jakość plonu oraz zawartość składników mineralnych w liściach i owocach jabłoni. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac., Monografie i Rozprawy*.
138. Origin, History of cultivation. Archived from the original on 21 January. (2008). <http://www.fruit-crops.com/apple-malus-domestica/>
139. Обрадовић, А., Радивојевић, Д., Вајганд, Д., Рекановић, Е. (2013). Приручник за Интегралну производњу и заштиту јабуке. Београд : Институт за примену науке у пољопривреди, 2013.
140. Palmer, C.M., Guerinot, M.L. (2009): Facing the challenges of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Nature Chemical Biology* 5: 333-340.
141. Papadakis, I.E., Protopapadakis, E., Therios, I.N., Tsirakoglou, V. (2005). Foliar treatment of Mn deficient 'Washington Navel' orange trees with two Mn sources. *Sci. Hort.* 106, 70-75.
142. Papadopoulos, I. (2000). Papadopoulos, I., 2000. Fertigation: present situation and future prospects. In *IMPHOS International Fertigation Workshop, Amman (Jordan), 25-27 Apr 1999*. ICARDA.
143. Papadopoulos, I., Ristimaki, L. and Sonneveld, C. (2000). Nitrogen and phosphorous fertigation of tomato and eggplant. *Acta Horticulturae*. 511: 73-79.

144. Patel, N. M., S. G. Sadaria, B. B. Kaneria, and V. D. Khanpara. (1995). Effect of nitrogen, potassium, and zinc on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agronomy* 40 (2):290–92.
145. Perry, R.L., Hull and J Clements. (2008): Apple scion and rootstocks and planing for Michigan. *Acta Hort.*824;
146. Pestana M., Correia P.J. Varennes, A., Abadia, J., Faria, E.A. (2001): Effectiveness of different foliar iron applications to control iron chlorosis in orange trees grown on a calcareous soil *journal of plant nutrition*, 24(4&5): 613-622.
147. Rajković, Ž. (1978): Značaj i osobenosti azota u sistemu kontrole plodnosti zemljišta i primene đubriva. *Bilten za kontrolu plodnosti zemljišta i upotrebu đubriva*. God. II, Broj 2, str. 5-49. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
148. Reed D., Lyons C., Eachern G.M., (1988). Field evaluation of inorganic and chelated iron fertilizers as foliar sprays and soil application. *J. Plant Nutr.* 11, 1369–1378.
149. Rengel Z, Batten GD, Crowley DE. (1999). Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crop Res* 60:27–40
150. Resulović, H., Savić, B. (1980): Dinamika ispiranja nekih katjona i anjona iz skeletnog tla i njihov uticaj na eutrofikaciju drenažnih voda. VII Kongres JDPZ, Knjiga II, Novi Sad.
151. Ribeiro FA, Gomes de Moura CF, Aguiar O Jr, de Oliveira F, Spadari RC, Oliveira NR, Oshima CT, Ribeiro DA. (2014). "The chemopreventive activity of apple against carcinogenesis: antioxidant activity and cell cycle control". *European Journal of Cancer Prevention (Review)*. 23 (5): 477–80. PMID 24366437.
152. Robinson T.L., Stiles W.C. (1993). Fertigation of young apple trees to improve growth and cropping. *COMPACT FRUIT TREE* 26.
153. Robinson, T., Hoying, S.A. Demaree, A, Iungerman K. Fargione, M., (2007): The evolution towards more competitive apple orchard systems in New York. *New York Fruit Quarterly*, Vol.15., 1:3-9;
154. Rombolà A D, Brüggemann W, Tagliavini M, Marangoni B and Moog P R (2000a). Iron source affects Fe reduction and re-greening of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves. *J Plant Nutr.* 23, 1751–1765.
155. Rorison, I. H. (1980): The effects of soil acidity on nutrient availability and plant response. In: (Hutchinson, C., Havas, M. eds.) „Effects of Acid Precipitation on Terrestrial Ecosystems“. 283-304, Plenum, New York.
156. Rosolema C.A., Sgariboldi T., Garcia R.A., Calonego J.C. (2010): Potassium Leaching as Affected by Soil Texture and Residual Fertilization in Tropical Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41(16): 1934–1943.

157. Salas A.M., Elliot E.T., Westfall D.G., Cole C.V., Six J. (2003): The role of particulate organic matter in Phosphorus cycling. *Soil Science Society of America Journal*, 67: 181–189.
158. Sanchez E.E., and H. Khemira, D. Sugar, T. L. Righetti., (1995). Nitrogen Management in Orchards, in “Nitrogen Fertilization in the Environment”, Published by Marcel Dekker Inc.
159. Sanchez, E.E., T.L. Righetti, D. Sugar and P.B. Lombard. (1992). Effects of timing of nitrogen application on nitrogen partitioning between vegetative, reproductive and structural components of mature ‘Comice’ pears. *J. Hortic. Sci.* 67:51--58.
160. Sardi K. & Csitari G. (1998): Potassium fixation of different soil types and nutrient levels. *Communications in Soil Science and Plant Analysis Vol. 29* , Iss. 11-14.
161. Saure, M.C., (2005). Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Sci. Hortic.* 105, 65–89.
162. Saykhul, A., Chatzissavvidis, C., Therios, I., Dimassi, K., Chatzistathis, T. (2014). Growth and nutrient status of olive plants as influenced by foliar potassium applications. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 14, 602–615.
163. Scholtens A., Baart J., Wijsmuller J., Bootsma J. (1990). Impressions of the fertigation trial at the Experimental Gardens. *FRUITTEELT DEN HAAG*. 80.
164. Schonherr, J., Bukovac, M.J., (1973). Ion exchange properties of isolated tomato fruitcuticular membrane: exchange capacity, nature of fixed charges and cationselectivity. *Planta* 109, 73–93.
165. Schonherr J., Fernandez V., Schreiber L., (2005). Rates of cuticular penetration of chelated FeIII: Role of humidity, concentration, adjuvants, temperature and type of chelate. *J. Agric. Food Chem.* (53), 4484–4492.
166. Šestić, S., Leksošek, M., Mihajlić, V., Mušal, I., Resulović, H. (1989): Gubici hraniva ispiranjem iz oraničnog sloja zemljišta. Poseban otisak poljoprivrednih aktuelnosti, Vol. 33, N° 1-2, str. 211-221.
167. Sharpley AN, McDowell RW, Kleinman PJ. (2001). Phosphorus loss from land to water: integrating agricultural and environmental management. *Plant and soil.* 237(2):287–307.
168. Shivay Y S, Prasad R and Pal M. (2014). Effect of variety and zincsulphate application on yield, profitability, protein content and zinc and nitrogen uptake by chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian Journal of Agronomy* 59: 317–21.
169. Silber A, Xu G, Levkovitch I, Soriano S, Bilu A, Wallach R; (2003). High fertigation frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. *Plant and soil.* 253(2):467–477.
170. Skhiri A, Dechmi F; (2012). Impact of sprinkler irrigation management on the Del Reguero river (Spain) II: Phosphorus mass balance. *Agricultural water management*; 103:130–139.

171. SRPS ISO (10693:2005): Kvalitet zemjišta-Određivanje sadržaja kalcijum karbonata.
172. SRPS ISO (14870:2001): Kvalitet zemljišta-ekstrakcija mikroelemenata pufernim DTPA rastvorom.
173. SRPS ISO 10390 (2005) Квалитет земљишта – Одређивање рН.
174. Stevanović D. (2012.). Kontrola plodnosti zemljišta u funkciji unapređenja biljne proizvodnje i zaštite životne sredine, Preuzeto sa: <http://victorialogistic.com/poljoprivreda/kontrola-plodnosti-zemljišta-u-funkciji-unapređenja-biljne-proizvodnje-i-zastite>
175. Stevanović, M. (1976): Uticaj različitih izvora organske materije na stanje i dinamiku azota u zemljištu. Doktorska disertacija, Novi Sad.
176. Stiles W.C., Robinson T.L. (1997). Fertilizer plus drip boost yield. FRUIT GROWER 5.
177. Stiles, Warren C. and W.S. Reid. (1991). ORCHARD NUTRITION MANAGEMENT. Information Bulletin 219. Cornell Cooperative Extension, Ithaca, New York
178. Suganya, S., A. Anitha and K. Appavu., (2007). Moisture and nutrient distribution system under drip fertigation systems. In: Third International Ground Water Conference on “Water, Environment and Agriculture-Present problems and future challenges”. pp: 7-10.
179. Suzuki, M., Tsukamoto, T., Inoue, H., Watanabe, S., Matsushashi, S., Takahashi, M., Nakanishi, H., Mori, S., Nishizawa, N.K. (2008): Deoxymugineic acid increases Zn translocation in Zn deficient rice plants. *Plant Molecular Biology* 66: 609–617.
180. Tariq, A., Anjum, S.A., Randhawa, M.A., Ullah, E., Naeem, M., Qamar, R., Ashraf, U., Nadeem, M. (2014): Influence of zinc nutrition on growth and yield behaviour of maize (*Zeamays L.*) hybrids. *Ame J Plant Sci* 5:2646–2654.
181. Thalheimer, M., Paoli, N. (2002). Foliar absorption of Mn and Mg: Effects of product formulation, period of application and mutual interaction of apple. *Acta Hort.* 54, 157-164.
182. Titus, J.S. and S. Kang. (1982). Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. *Hortic. Rev.* 4:204--246
183. Tjurin, I.V. (1951). Several results of study comparing humus composition in USSR soils. *Trudy Počv. Inst.*, 38: 22–32.
184. Tonetto de Freitas, S., Amarante, C.V.T., Mitcham, E. J. (2015): Mechanisms regulating apple cultivar susceptibility to bitter pit. *Scientia Horticulturae*, 186: 54–60.
185. Trampczynska, A., Küpper, H., Meyer-Klaucke, M., Schmidt, H., Clemens, S. (2010): Nicotianamine forms complexes with Zn(II) in vivo. *Metallomics* 2: 57–66
186. Treder W. (2005): Variation in soil pH, calcium and magnesium status influenced by drip irrigation and fertigation. *Journal Of Fruit And Ornamental Plant Research*, 13: 59-70.
187. Treder W., Czynczyk A. (1997). Effect of drip irrigation on growth, flowering and yield of ‘Lobo’ apple. *J. FRUIT ORNAM. PLANT RES.* 5/ 2: 62-67.

188. Treder W., Olszewski T., Cieśliński G. (1997): Changes of physico-chemical soil properties as a effect of a drip irrigation of plum trees. *Acta Horticulturae*, 448: 247–250.
189. Tromp J., Bolding P.J. (1988). Fertigation of orchards. *FRUIT BELGE*. 56: 423.
190. Tunesi S., Poggi V., Gessa C., (1999). Phosphate adsorption and precipitation in calcareous soils: the role of calcium ions in solution and carbonate minerals. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 53: 219–227.
191. Tyksinski W., Komosa A., (2008). After effect of iron chelates on the yielding and iron content in greenhouse lettuce. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 7(2), 3–10.
192. Uddin, S. P. (1977): Movement of nitrate nitrogen in soil as affected by different moisture regimes. Doctoral dissertation, Novi Sad.
193. Uriu, K, R.M. Carlson, D.W. Henderson, H. Schulbach, and T. M. Aldrich. (1980). Potassium fertilization of prune trees under drip irrigation. 1980. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105.
194. Van der Gulik T., “B.C. Trickle Irrigation Manual.” (1999). published by the B.C. Ministry Of Agriculture and Food, and The Irrigation Industry Association of British Columbia.
195. Wakindiki I.I.C., Ben-Hur M., (2002). Soil mineralogy and texture effects on crust micromorphology, infiltration, and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66, 897-905.
196. Wang Z., Li J., Hao F., Li Y. (2017): Effects of phosphorus fertigation and lateral depths on distribution of Olsen-P in soil and yield of maize under subsurface drip irrigation. 2017 ASABE Annual International Meeting Sponsored by ASABE Spokane, Washington July 16-19, 2017.
197. Wargo, P.M., Vogt, K., Vogt, D., Holifield, Q., Tilley, J., Lawrence, G., and David, M. (2003). Vitality and chemistry of roots of red spruce in forest floors of stands with a gradient of soil Al/Ca ratios in the northeastern United States. *Can. J. For. Res.* 33: 635–652. doi:10.1139/x02-195.
198. Waters, B.M., Chu, H-H, DiDonato, R.J., Roberts, L.A., Easley, R.B., Lahner, B., Salt, D.E., Walker, E.L. (2006): Mutations in *Arabidopsis* yellow stripe-like1 and yellow stripe-like3 reveal their roles in metal ion homeostasis and loading of metal ions in seeds. *Plant Physiology* 141: 1446-1458.
199. Weinbaum, S.A., Johnson, R.S., De Jong, T.M. (1992): Causes and consequences of over fertilization in orchards. *HortTechnology*, 2:112-121.,
200. Weinbaum, S.A., I. Klein, F.E. Broadbent, W.C. Micke and T.T. Muraoka. (1984). Effects of time of nitrogen application and soil texture on the availability of isotopically labeled fertilizer nitrogen to reproductive and vegetative growth of mature almond trees. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 109:339--343.

201. Weinbaum, S.A., M.L. Mervin and T.T. Muraoka. (1978). Seasonal variation of nitrate uptake efficiency and distribution of absorbed nitrate in non-bearing prune trees. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 103:516-519
202. Widmer A., Krebs C. (1999): Was bringt die fertigation im vergleich zur baumstreifendüngung ? *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, 21: 518–522.
203. Wittwer, S.H., Bukovac M.J., Jyung W.H., Yamada Y., De R., Rasmussen H.P., Haile Mariam S.N., Kannan S., (1967). Foliar absorption - penetration of the cuticular membrane and nutrient uptake by isolated leaf cells. *Plant Foods Hum. Nutr.* 14, 105–120.
204. Wolf E.J., Bolding P.J., Kodde J. (1990). Effect of fertigation of of orchards on yields and quality of fruits. *Fruit Belge.* 58.
205. Yang L-J, ZHANG Y-L, Li F-S, Lemcoff J; (2011). Soil phosphorus distribution as affected by irrigation methods in plastic film house. *Pedosphere.* 21(6):712–718.
206. Yermiyahu, U., Nir, S., Ben-Hayyim, G., Kafkafi, U., (1994). Quantitative competition of calcium with sodium or magnesium for sorption sites on plasma membrane vesicles of melon (*Cucumis melo L.*) root cells. *J. Membr. Biol.* 138, 55–63.
207. Zeng, D.Q., Brown and P.H., Holtz, B.A. (2000): Potassium fertigation improves soil K distribution. *Builds Pistachio Yield and Quality. Fluid Journal* pp: 1-2.
208. Zheng Z., Parent L.E., MacLeod J.A.. (2003): Influence of soil texture on fertilizer and soil phosphorus transformations in Gleysolic soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 83: 395–403.
209. Врачар, Љ. (2001). Приручник за контролу квалитета свежег и прерађеног воћа, поврћа и печурки и освежавајућих безалкохолних пића. Нови Сад: Технолошки факултет, 2001.
210. Гвозденовић, Д. (1993). Савремена производња јабуке, крушке и дуње. Нови Сад: Прометеј.
211. Златковић, П. (2003). Технологија прераде и чувања воћа. Београд: Пољопривредни факултет, 2003.
212. Кесеровић, З., Магазин, Н., Милић, Б., Дорић, М., Бошњак, Б., Гошић, Ј. (2013). Густа садња јабуке. Нови Сад: Пољопривредни факултет, 2013.
213. Кесеровић, З., Гвозденовић, Д., Гргуревић, В., Живановић, М. (1999). Производња воћака на малим површинама. Пољопривредни факултет Нови Сад: Савез ученичких задруга Србије, Београд, 1999.
214. Никетић - Алексић, Г. (1988). Технологија воћа и поврћа. Београд: Научна књига, 1988.
215. Убавић, М., Богдановић, Д., Светко, В. (2005). Минерална азотна и органска ђубрива као извори азота. [аут. књиге] Р. Кастори. АЗОТ-Агрохемијски, агротехнички,

физиолошки и еколошки аспекти. Нови Сад: Научни Институт за ратарство и повртарство, 2005.

216. Маринов, М.Г., 1957. Мелиорации.

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Mr. Abou Baker H. Milad Brayek рођен је 29. јануара 1982. године у Завији, у Либији. Основну и средњу школу завршио је у Ацелату, као и Факултет за ветерину и пољопривредне науке, смер Пољопривреда, одсек за воду и земљиште.

Дипломски рад под називом „Уређење, коришћење и заштита воде“ успешно је одбранио 2005/06. године. У току редовних студија постигао је просечну оцену врло добар, с просеком 81,9%.

Постдипломске студије, на студијском програму Менаџмент вода у пољопривреди уписао је школске 2008/09. године на Пољопривредном факултету у Новом Саду. Мастер рад под називом „Продор морске воде у подземне воде северозападне Либије“ одбранио је 2011. Испите је положио с просечном оценом 8,43.

Докторске академске студије уписао је 2012/13. године, такођер на Пољопривредном факултету у Новом Саду, смер Агрономија. Испите је положио с просечном оценом 8,13.

Mr Abou Baker Brayek је од 2006. године асистент на Факултету за ветерину и пољопривредне науке у Ацелату, за ужу научну област Воде и земљишта.

На основу високих академских резултата, награђен је стипендијом и дипломом, и сврстан међу најбоље кандидате факултета у Либији, у оквиру програма Заштите воде и земљишта током 2006. године.

Списак публикованих радова из тезе:

Рад у међународном часопису са ИСИ листе (M23)

1. Čabilovski, R., Brayek, A., Magazin, N., Marijanušić, M. Manojlović, M. Drip fertigation in apple orchards: impact on soil chemical properties and nutrient distribution in relation to soil texture, J. of Agricultural Science, Journal of Agricultural Sciences for issue 2019/Vol 25/Issue 4.
2. Aboubaker Brayek, Ranko Čabilovski, Klara Petković, Nenad Magazin, Dragan Čakmak, Maja Manojlović. Efficiency of different methods and forms of microelement

application in relation to nitrogen fertilization in apple orchard. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. issue 2019. (прихваћен за објављивање).

Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. Brayek, A., Čabilovski, R., Magazin, N., Manojlović, M. Promene u sadržaju humusa, kalcijum karbonata i pH vrednosti zemljišta uslovljene navodnjavanjem i fertigacijom u savremenim zasadima jabuke, Journal of Pomology, 50:193-194, pp15-23.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. Abou Baker Brayek, Maja Manojlović, Ranko Čabilovski, Dragan Kovačević, Klara Marijanušić: Soil NPK fertilization and fertigation effects on apple (*Red Jonaprince*) fruit yield and fruit size. 2nd International and 14th National Congress of Soil Science Society of Serbia, Solutions and Projections for Sustainable Soil Management, BOOK OF ABSTRACTS, 25-28th September, 2017. Novi Sad, Serbia, Page 31.
2. Abou Baker Brayek, Ranko Čabilovski, Borivoj Pejić, Maja Manojlović: Effect of drip fertigation of apple orchards on soil chemical properties and nutrient distribution in relation to soil texture. 2nd International and 14th National Congress of Soil Science Society of Serbia, Solutions and Projections for Sustainable Soil Management, BOOK OF ABSTRACTS, 25-28th September, 2017. Novi Sad, Serbia, Page 10.