

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Boštjan PETELINC

**VSEBNOST SLADKORJEV IN KISLIN V PLODU PAPRIKE
(*Capsicum annuum* L.) GOJENE NA HIDROPONSKI NAČIN S
KONTROLIRANIM DODAJANJEM HRANIL**

MAGISTRSKO DELO

**CONTENTS OF SUGARS AND ACIDS IN SWEET PEPPER FRUITS
(*Capsicum annuum* L.) GROWN ON HYDROPONICS SYSTEM
WHITH CONTROL ADDITION OF NUTRIENT**

M. Sc. THESIS

Ljubljana, 2006

Magistrsko delo je bilo opravljeno na Katedri za vrtnarstvo, Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poizkus je bil izveden v steklenjaku omenjene katedre, analiza plodov na Katedri za sadjarstvo Oddelka za Agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu senata Biotehniške fakultete z dne 26.9.2005 je za mentorja imenovan prof. dr. Jože Osvald.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Član: izr. prof. dr. Jože OSVALD
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Članica: doc. dr. Martina BAVEC
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo

Datum zagovora: 19.maj 2006

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Boštjan Petelinc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Md
- DK UDK 635.649:631.589.2:631.544:631.524.6/.8:631.811(043)
- KG vrtnarstvo/zelenjadarstvo/paprika/pridelek/način pridelovanja/zavarovani prostor/hidroponika/rastlinjaki/sortiment/sladkorji/kislina/tehnike gojenja/hranila
- KK AGRIS F01/FO4
- AV PETELINC, Boštjan, univ.dipl.inž.agr.
- SA OSVALD, Jože (mentor)
- KZ SI - 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo
- LI 2006
- IN VSEBNOST SLADKORJEV IN KISLIN V PLODU PAPRIKE (*Capsicum annuum* L.) GOJENE NA HIDROPONSKI NAČIN S KONTROLIRANIM DODAJANJEM HRANIL
- TD Magistrsko delo
- OP X, 98, [6] str., 30 pregl., 35 sl., 3 pril., 45 ref.
- IJ sl
- JJ sl/en
- AI V letu 2004 in 2005 smo izvedeli raziskavo o vsebnosti sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na hidroponski način s kontroliranim dodajanjem hranil. Za raziskavo smo izbrali sorte 'Bianca F1', 'California Wonder' in 'Kapia'. Raziskava je potekala v rastlinjaku na poizkusnem polju Oddelka za Agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poizkus je bil zasnovan kot lončni poizkus v katerem smo preverjali tri različne koncentracije hranilne raztopine in dva različna substrata. Koncentracije hranilne raztopine so bile 1g/l, 2g/l in 3g gnojila/l vode. Substrata sta bila vermikulit in šota. Zanimal nas je vpliv koncentracije in vpliv substrata na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike. Raziskava je pokazala, da je optimalna koncentracija hranilne raztopine za maso plodov pri sortah 'Bianca F1' (max.145 g) in 'California Wonder' (max. 179 g) 1g gnojila/l vode, pri sorti 'Kapia' (max. 45 g) pa je ta koncentracija 2 g/lvode, medtem ko je vsebnost sladkorjev in kislin sortno različna. Raziskava je pokazala, da je najboljša kombinacija za maso plodov in vsebnost sladkorjev in kislin pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' koncentracija 1g gnojila/l vode, za sorto 'Kapia' je ta koncentracija 2 g/lvode. Analiza vsebnosti sladkorjev in kislin je dala sledeče rezultate. Za sorto 'Bianca F1' je analiza sladkorjev pri koncentraciji 3 g/lvode pokazala povprečne vrednosti saharoze (5,99 g/kg), glukoze (21,53 g/kg) pri 1 g/l vode in fruktoze (18,93 g/kg) pri 2 g/ l vode. Pri sorti 'California Wonder' je najvišja povprečna vsebnost saharoze (15,30 g/kg) in glukoze (21,31 g/kg) pri 3 g/lvode, medtem ko je bila najvišja dosežena vrednost fruktoze (13,46 g/kg) pri 2 g/lvode. Obe sorti sta svoje vrednosti dosegli gojene v vermikulitu. Pri sorti 'Kapia' je bila povprečna vsebnost saharoze (3,63 g/kg) pri 3 g/lvode, glukoze (16,89 g/kg) in fruktoze (16,11 g/kg) pri 2 g/lvode gojene v substratu šote. Analiza kislin je pokazala podobne rezultate kot analize sladkorjev. Za sorto 'Bianca F1' in 'California Wonder' je za gojenje najbolj primeren vermikulit, za sorto 'Kapia' pa na šota.

KEY WORD DOCUMENTATION

- ND Md
- DC UDK 635.649:631.589.2:631.544:631.524.6/.8:631.811(043)
- CX vegetable growing/vegetables/pepper/yields/cultivation methods
/hydroponics/greenhouses/cultivars/sugars/acids/growing
techniques/nutrients
- CC AGRIS F01
- AU PETELINC, Boštjan
- AA OSVALD, Jože (supervisor)
- PP SI - 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2006
- TY CONTENTS OF SUGAR AND ACID IN SWEET PEPPER FRUITS (*Capsicum
annuum* L.) GROWN ON HYDROPONICS SYSTEM WITH CONTROL
ADDITION OF NUTRIENT
- DT M.Sc. Thesis
- NO X, 98, [6] p., 30 tab., 35 fig., 3 ann., 45 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The research about the contents of sugars and acids in sweet pepper fruits grown on hydroponics system with controlled addition of nutrient has been done in years 2004 and 2005. Cv. 'Bianca F1', 'California Wonder' and 'Kapia' of sweet pepper was selected for the research. Research was conducted in the greenhouse at the experimental field of the Department of Agronomy at the Biotechnical Faculty of the University of Ljubljana. The experiment was planned as a pot experiment with three different variations of nutrient solution and two different substratums. The concentration of nutrient solution was 1 g/l, 2 g/l and 3 g nutrient/l water. The substratums was vermiculite and peat. We were interested on the influence of concentration and substratum on sugar and acid content in sweet pepper fruits. The research indicated that the optimal nutrient concentration for mass of pepper fruits for cv. 'Bianca F1' (max. 145 g) and 'California Wonder' (max. 179 g) was 1 g nutrient/l water while for the cv. 'Kapia' (max. 45 g) the optimal nutrient concentration was 2 g/l water. The contents of sugars and acids were different between cultivars. An analyse for sugar and acid give resultants, as follows; sugar analyse for the cv. 'Bianca F1' give the average value of saccharose (5,99 g/kg) at concentration of 3 g nutrient /l water, glucose (21,53 g/kg) at 1 g/l water and fructose (18,93 g/kg) at nutrient concentration 2 g/l water. The same analyse for the cv. 'California Wonder' indicated the average value of saccharose (15,30 g/kg) and glucose (21,31 g/kg) at concentration 3 g/l water and of fructose (13,46 g/kg) at the 2 g/l water. Both cv. reached this average values on vermiculite. At cv. 'Kapia' average value for the saccharose (3,76 g/kg) was at 3 g/l, for glucose (16,89 g/kg) and for fructose (16,11 g/kg) at concentration 2 g/l water when plants were grown on peat. The acid analyse confirm sugar analyse. Suitable growth substratum of the cv 'Bianca F1' and 'California Wonder' was vermiculate, while for the 'Kapia' peat give better results.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija	III
	Key word documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo slik	XI
	Kazalo prilog	XIII
	Okrajšave in simboli	XIV
1	UVOD	1
1.1	IZHODIŠČE ZA DELO	2
1.2	NAMEN RAZISKAVE	3
1.3	DELOVNA HIPOTEZA	4
2	PREGLED DOSEDANJIH OBJAV	5
2.1	PAPRIKA (<i>Capsicum annuum</i> L.)	5
2.1.1	Botanična uvrstitev	5
2.1.2	Izvor in razširjenost paprike v svetu in v Sloveniji	5
2.1.3	Morfološke in biološke značilnosti paprike	7
2.1.3.1	Habitus rastline	7
2.1.3.2	Koreninski sistem	7
2.1.3.3	Steblo	8
2.1.3.4	List	8
2.1.3.5	Cvet	8
2.1.3.6	Plod	8
2.1.3.7	Seme	10
2.1.4	Biologija rasti in razvoja paprike	10
2.1.4.1	Ritem rasti in razvoja	10
2.1.4.2	Fruktifikacija	11
2.1.4.3	Pridelovanje semena	11
2.1.5	Vpliv ekoloških dejavnikov na rast in razvoj paprike	11
2.1.5.1	Temperatura zraka	11
2.1.5.2	Temperatura tal	12
2.1.5.3	Svetloba	12
2.1.5.4	Vlaga	12
2.1.5.5	Tla	13
2.2	NAČINI GOJENJA PAPRIKE	13
2.2.1	Klasično gojenje paprike v tleh kot rastnem mediju	13
2.2.1.1	Kolobar	13
2.2.1.2	Vzgoja sadik	13
2.2.1.3	Priprava tal in sajenje	13
2.2.1.4	Oskrba nasada	14
2.2.1.5	Spravilo in pakiranje pridelka	14
2.3	HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN	15
2.4	PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI HIDROPONSKEGA NAČINA GOJENJA	15
2.4.1	Prednosti hidroponskega načina gojenja	15

2.4.2	Pomanjkljivosti hidroponskega gojenja rastlin	16
2.5	OSNOVNI POGOJI ZA HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN	16
2.6	KLASIFIKACIJA SISTEMOV HIDROPONIKE	16
2.6.1	Tekočinski hidroponski sistemi	17
2.6.1.1	NFT (Nutrient Film Technique) - Tehnika hranilnega filma	17
2.6.1.2	AEROPONIKA	18
2.6.1.3	DFT (Deep Flow Technique) - Tehnika globinskega pretakanja	18
2.6.1.4	Vodne kulture	18
2.6.2	Agregatni hidroponski sistemi	18
2.6.2.1	Gojenje na ploščah kamene volne	19
2.6.2.2	Tankoplastno gojenje	21
2.6.2.3	Navpični hidroponski sistemi	21
2.7	SUBSTRATI	22
2.7.1	Substrati pridobljeni iz kamnin	22
2.7.1.1	Kamena volna	22
2.7.1.2	Vermikulit	22
2.7.1.3	Perlit	23
2.7.1.4	Mivka	23
2.7.1.5	Kremenčev pesek	23
2.7.1.6	Žlindra	23
2.7.1.7	Ekspandirana glina	23
2.7.2	Substrati pridobljeni iz sintetičnih materialov	24
2.7.2.1	Gobaste pene (sponge foams)	24
2.7.2.2	Ekspandirana plastika (Polistirol)	24
2.7.3	Organski substrati	24
2.7.3.1	Žagovina	24
2.7.3.2	Šota	24
2.8	HRANILNA RAZTOPINA	24
2.9	KONDUKTIVNOST	26
2.10	REAKCIJA TAL - pH VREDNOST	26
2.11	PREHRANA RASTLIN	26
2.11.1	Pomen posameznih elementov - makroelementi	28
2.11.1.1	Dušik	28
2.11.1.2	Kalij	29
2.11.1.3	Fosfor	29
2.11.1.4	Kalcij	30
2.11.1.5	Magnezij	30
2.11.1.6	Žveplo	31
2.11.2	Mikroelementi	31
2.11.2.1	Železo	31
2.11.2.2	Bor	31
2.11.2.3	Baker	31
2.11.2.4	Cink	32
2.11.2.5	Mangan	32
2.11.2.6	Molibden	32
2.11.3	Sprejem in transport ionov	32
2.11.3.1	Teorija nosilcev	33

2.11.3.2	Teorija ionskih črpalk	33
2.12	TRANSPORT VODE IN IONOV V NADZEMNE DELE RASTLIN	34
2.12.1	Transpiracijski tok	35
2.12.2	Koreninski tlak	35
2.13	KAKOVOST PLODOV PAPIRIKE (<i>Capsicum annuum</i> L.)	36
2.13.1	Glukoza	37
2.13.2	Saharoza	37
2.13.3	Fruktoza	37
2.13.4	Citronska kislina	38
2.13.5	Jabolčna kislina	38
2.13.6	Fumarna kislina	38
2.13.7	Šikimska kislina	38
2.14	ANALIZA VZORCA - KROMATOGRAFIJA	39
2.14.1	Izbira kromatografske tehnike	40
2.14.1.1	Plinska kromatografija	40
2.14.1.2	Tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC)	41
2.14.1.3	Planarna (tankoplastna) kromatografija	41
2.14.2	Kvalitativna in kvantitativna analiza	41
2.14.2.1	Kvalitativna analiza	41
2.14.2.2	Kvantitativna analiza	42
2.15	GNOJENJE IN PRIDELEK PAPIRIKE	43
2.16	VARSTVO PRED BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI	44
2.16.1	BOLEZNI	44
2.16.1.1	Siva plesen na paradižniku in papriki - <i>Botryotinia fuckeliana</i> de Bary/ Fuck.	44
2.16.1.2	Bela gniloba - <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Lib./Massee	45
2.16.1.3	Gniloba plodov paprike - <i>Phytophthora capsici</i> Leonin	45
2.16.1.4	Paradižnikov mozaik, mozaik na papriki - <i>Tobacco mosaic virus</i>	46
2.16.2	ŠKODLJIVCI	47
2.16.2.1	Rastlinjakov ščitkar - <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	47
2.17	ZGODOVINA RAZISKAV	48
3	MATERIAL IN METODE DELA	50
3.1	MATERIAL	50
3.1.1	Opisi sort paprike	50
3.1.1.1	Sorta 'Bianca F1'	50
3.1.1.2	Sorta 'California Wonder'	51
3.1.1.3	Sorta 'Kapia'	51
3.1.2	Lončni poizkus	51
3.1.2.1	Priprava posod	51
3.1.3	Priprava hranilne raztopine	52
3.1.4	Oprema za merjenje	52
3.1.4.1	Naprave za merjenje	52
3.1.5	Oprema za kemično analizo plodov	53
3.2	METODE DELA	54
3.2.1	Zasnova in izvedba poizkusa	54
3.2.1.1	Zasnova poizkusa	54
3.2.2	Časovni potek	54

3.2.3	Izvedbe meritev	54
3.2.3.1	Meritve v hranilni raztopini	54
3.2.3.2	Meritve na rastlini	54
3.2.3.3	Kemična analiza plodov	55
3.2.3.4	Priprava vzorcev za analizo	55
3.2.3.5	Določanje ogljikovih hidratov s HPLC	55
3.2.3.6	Določanje organskih kislin s HPLC	56
3.2.4	Statistična obdelava podatkov	56
4	REZULTATI	57
4.1	ZDRAVSTVENO STANJE	57
4.2	VIZUALNO OPAZOVANJE	57
4.3	MERITVE V HRANILNI RAZTOPINI	58
4.4	VREMENSKI PARAMETRI	58
4.4.1	Minimalna in maksimalna temperatura	59
4.4.2	Vlaga	60
4.4.3	Sončno obsevanje (Wh/m²)	61
4.5	MERITVE MASE PLODOV	62
4.5.1	Masa pridelka	62
4.5.1.1	Sorta A (hibrid 'Bianca F1')	62
4.5.1.2	Sorta B (sorta 'California Wonder')	63
4.5.1.3	Sorta C (sorta 'Kapia')	64
4.6	ANALIZA SLADKORJEV V PLODU	64
4.6.1	Saharoza	65
4.6.2	Glukoza	68
4.6.3	Fruktoza	71
4.7	ANALIZA ORGANSKIH KISLIN V PLODU	74
4.7.1	Citronska kislina	74
4.7.2	Jabolčna kislina	77
4.7.3	Šikimska kislina	80
4.7.4	Fumarna kislina	83
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	86
5.1	RAZPRAVA	86
5.1.1	Analiza sladkorjev in kislin	89
5.1.2	Analiza sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na vermikulitu	89
5.1.3	Analiza sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na šoti	90
5.2	SKLEPI	92
6	POVZETEK (SUMMARY)	94
6.1	POVZETEK	94
6.2	SUMMARY	95
7	VIRI	96
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Kemična sestava plodu paprike (Petauer, 1993)	9
Preglednica 2:	Odvzem hranil pri intenzivnem gojenju paprike (Siviero in Gallerani, 1992)	14
Preglednica 3:	Povprečne pH in EC vrednosti v hranilni raztopini v času poizkusa pri različnih obravnavanjih	58
Preglednica 4:	Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Bianca F1' jeseni 2004	62
Preglednica 5:	Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Bianca F1' spomladi 2005	62
Preglednica 6:	Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'California Wonder' jeseni 2004	63
Preglednica 7:	Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'California Wonder' spomladi 2005	63
Preglednica 8:	Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Kapia' jeseni 2004	64
Preglednica 9:	Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Kapia' spomladi 2005	64
Preglednica 10:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije saharoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	65
Preglednica 11:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije saharoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	66
Preglednica 12:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije saharoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	67
Preglednica 13:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije glukoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	68
Preglednica 14:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije glukoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	69
Preglednica 15:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije glukoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	70
Preglednica 16:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fruktoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	71
Preglednica 17:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fruktoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	72
Preglednica 18:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fruktoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	73
Preglednica 19:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije citronske kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	74
Preglednica 20:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije citronske kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	75
Preglednica 21:	Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije citronske kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	76

Preglednica 22: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije jabolčne kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	77
Preglednica 23: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije jabolčne kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	78
Preglednica 24: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije jabolčne kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	79
Preglednica 25: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije šikimske kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	80
Preglednica 26: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije šikimske kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	81
Preglednica 27: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije šikimske kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	82
Preglednica 28: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fumarne kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'	83
Preglednica 29: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fumarne kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'	84
Preglednica 30: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fumarne kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'	85

KAZALO SLIK

Slika 1: Cvet paprike	8
Slika 2: Oblika plodu paprike babura in podolgovati tip katere smo uporabili v raziskavi	10
Slika 3: Razdelitev kormatografskih metod (Dolenc, 2002)	42
Slika 4: Plod sorte 'Bianca F1'	50
Slika 5: Plod sorte 'California Wonder'	51
Slika 6: Plod sorte 'Kapia'	51
Slika 7: Gostota koreniske grude gojena na vermikulitu.	57
Slika 8: Gostota koreniske grude gojena na šoti.	57
Slika 9: Gibanje maksimalnih in minimalnih temperatur v (° C) v rastlinjaku v jeseni 2004	59
Slika 10: Gibanje maksimalnih in minimalnih temeperatur v (° C) v rastlinjaku spomladi 2005	59
Slika 11: Gibanje minimalne zračne vlage (%) v rastlinjaku v jeseni 2004	60
Slika 12: Gibanje minimalne zračne vlage (%) v rastlinjaku v spomladi 2005	60
Slika 13: Gibanje maksimalnih vrednosti sončnega obsevanja v rastlinjaku v jeseni 2004	61
Slika 14: Gibanje maksimalnih vrednosti sončnega obsevanja v rastlinjaku spomladi 2005	61
Slika 15: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	65
Slika 16: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	66
Slika 17: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	67
Slika 18: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	68
Slika 19: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	69
Slika 20: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	70
Slika 21: Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	71
Slika 22: Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).	72

- Slika 23:** Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 73
- Slika 24:** Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 74
- Slika 25:** Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 75
- Slika 26:** Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 76
- Slika 27:** Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 77
- Slika 28:** Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 78
- Slika 29:** Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 79
- Slika 30:** Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 80
- Slika 31:** Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 81
- Slika 32:** Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 82
- Slika 33:** Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 83
- Slika 34:** Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 84
- Slika 35:** Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l). 85

KAZALO PRILOG

Priloga A: Dobljene vrednosti laboratorijske analize sladkorjev in kislin jeseni 2004

Priloga B: Dobljene vrednosti laboratorijske analize sladkorjev in kislin spomladi 2005

Priloga C: Podrobna sestava gnojila Kristalon 19+6+20+3+Micro

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

npr.	na primer
cv.	kultivar
itd.	in tako dalje
EC	električna prevodnost (konduktivnost)
rel.	relativno
min.	minimalno
max.	maksimalno
oz.	oziroma
ipd.	in podobno
povp.	povprečno
rastl.	rastlina
pregl.	preglednica
ppm	pars per milion
sl.	slika
str.	stran
vir.	Viri
ME	mikroelementi
N	dušik
N - NH ₄	amonijev dušik
N - NO ₃	nitratni dušik
N - NH ₂	nitritni dušik
P ₂ O ₅	difosforjev petoksid
K ₂ O	dikalijev oksid
SO ₃	žveplo trioksid
MgO	magnezijev oksid
CaO	klacijev oksid
Fe	železo
Mn	mangan
B	bor
Zn	cink
Mo	molbiden
UV	ultravijolično
NFT	Nutrient Film Technique
PPH	Plant Plain Hydroponic
VPH	Vertical Plain Hydroponic
LSD	Last significant difference

1 UVOD

Človeštvo se v zadnjih nekaj letih počasi utaplja v reki čedalje večjega razvoja in napredka, ki za seboj puščata prenekatero negativne posledice. Najbolj pa so te vidne v okolju, ki je vedno bolj onesnaženo. Velik delež v tem razvoju predstavlja tudi kmetijstvo.

Na prodajnih policah se v zadnjih letih pojavlja vedno več hrane. Še pred nekaj let si nismo uspeli predstavljati, da bi ti lahko ne glede na letni čas postregli s svežo zelenjavo. Ogromne paprike nenavadnih oblik, barve in okusa so morda paša za oči, a zagotovo ne zadosten vir zdrave hrane za naš organizem.

Vendar, ali so sadeži in hrana, ki jih pridelujejo v današnjem času - zdrava?!

Znano je, da je najpomembnejša naloga kmetijstva zagotoviti hrano za ljudi. Ta naloga pa je včasih nezadostna, saj so se zaradi velikega porasta prebivalstva povečale tudi potrebe po hrani. S tem se je začelo kmetijstvo intenzivirati, uporaba novih tehnik gojenja, uporaba novih fitosanitarnih pripravkov, gnojil in uporaba gensko spremenjenih rastlinskih vrst oziroma sort je le nekaj novitet, ki jih je kmetijstvo doživelo v zadnjem času. Vse te novitete pa niso ostale brez posledic, kar je že opazno na kvaliteti hrane, ki jo dobimo iz trgovinskih polic na našo mizo.

Vrtnarstvo kot delovno intenzivna panoga, je v zadnjem času veliko prisotna v medijih. Govori se o naravnem ekološkem načinu pridelovanja živeža, postavljajo se nova in nova merila za določitev ekološko pridelane hrane. Nihče se ne vpraša, kako očistiti zemljo dejanj iz preteklosti in kako zemljo pripraviti ter skrbeti zanjo za prihodnje rodove.

Kmetijski ekosistemi - agroekosistemi imajo dolg zgodovinski razvoj. Iz začetnega ročnega obdelovanja preko klasičnega kmetovanja je nastalo sodobno strojno ter industrijsko pridelovanje živeža na velikih specializiranih kmetijskih posestvih.

Slovenija meri 2.025.469 ha, okrog 43 % zemlje pa zavzemajo kmetijska zemljišča. Raba njiv je v Sloveniji usmerjena predvsem v pridelovanje poljščin in krmnih rastlin. Le manjši delež njiv (2.000 - 3.000 ha letno) je namenjenih tržnemu pridelovanju vrtnin (Osvald in sod., 1996).

Po podatkih iz Statističnega urada Republike Slovenije se v Vrtnarske namene uporablja le 0,51 % vse kmetijske površine (Statistični urad., 2005).

Uspešno gojenje vrtnin je odvisno od pravilnega načrtovanja pridelave, izbora pravilnega sortimenta, pravočasne zasnove posevka, odvisno pa je tudi od izkoristka klimatskih razmer, ki se na različnih območjih bolj ali manj razlikujejo.

Slovenski pridelovalni prostor ima za celoletno oskrbo manj ugodne razmere za gojenje vrtnin na prostem. Pri toplotno zahtevnih rastlinah, kot so plodovke, kamor uvrščamo tudi papriko, je uspešna pridelava na prostem časovno omejena na krajše poletno obdobje. Daljše obdobje oskrbovanja je na slovenskem območju lahko organizirano samo pri toplotno manj zahtevnih vrtninah: solatnicah, špinačnicah ter delno korenovkah in kapusnicah. Za posamezna pridelovalna območja je tako uspešnost pridelave v veliki meri pogojena s pravilnim izborom vrtnin in sort.

Racionalna raba zemljišč in pridelava kvalitetnega pridelka, ki mora biti osnova za tržno uspešno in hkrati okolju prijazno pridelavo vrtnin, je odvisna od dobrega poznavanja tehnologij pridelovanja in uspešnosti povezovanja oz. vključevanja v tržne tokove in proces trženja.

V zadnjem času pridobiva na pomenu predvsem kvaliteta pridelane zelenjave. Glede na rabo sodobnih tehnologij pri pridelavi paprike lahko dobimo pridelke dobre kakovosti brez nevarnosti za okolje. Z uporabo kapljičnega sistema namakanja paprike, ki raste na foliji, se lahko ob vsakem zalivanju uporabljajo vodotopna gnojila za dognojevanje. S primernimi koncentracijami gnojil in s pravilnimi razmerji med posameznimi hranili vplivamo na količino sladkorjev in kislin v plodu paprike.

Poizkus, ki je bil opravljen v letu 2004/05, je pokazal na vpliv koncentracije hranilne raztopine in vpliv ravnega mediju rastline na koncentracijo sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike. Sladkorji in kisline vplivajo na okus pridelka. S poznavanjem okusa porabnikov paprike lahko pripravimo pridelek, tako da jim bo najbolj ustrezal. Prav tako lahko s poznavanjem vpliva koncentracije hranilne raztopine na pridelek in velikost plodov določimo optimalno koncentracijo za doseganje tržno zanimivih pridelkov primerne velikosti.

1.1 IZHODIŠČE ZA DELO

Pridelovanje paprike je tudi v Sloveniji vse bolj intenzivno. Slovenski tržni pridelovalci se že lahko primerjajo s pridelovalci v ostalih delih Evrope s povprečnim pridelkom blizu 40 t plodov na hektar. Pri tem izstopa le Nizozemska s pridelavo v steklenjakih in s pridelkom preko 200 t/ha (FAOSTAT, 2005).

Slovenski tržni pridelovalci dosegajo evropsko primerljive pridelke na račun pretiranega gnojenja. Do tega jih je pripeljala predvsem surova tržna ekonomija in relativno slabo poznavanje potreb po gnojenju. Z željo po večjih pridelkih in konkuriranju uvoženi zelenjavi se pridelovalci odločajo za prekomernega gnojenje. Ker pa je pridelava paprike v Sloveniji relativno mlada veja vrtnarstva, pridelovalci še nimajo dovolj izkušenj in znanja o vplivu količine in koncentracije gnojil na velikost in kvaliteto pridelka (Podgoršek, 2003).

Iz ekološkega vidika se je z uvajanjem integrirane pridelave pridelava paprike v Sloveniji začela popravljati. Pridelovalci so pod stalno kontrolo svetovalne in kontrolne službe.

Postavlja pa se vprašanje, kako zagotoviti zadostne pridelke primerne kakovosti ob zmanjšani uporabi gnojil in zadostiti varstvu okolja.

Ena od možnosti je hidroponski način gojenja paprike, ki pa je žal za večino pridelovalcev še večja neznanka, predvsem pa prevelika investicija. Zato se hidroponska pridelava še ne uvaja, razen izjem kot sta, na primer v Čatežu in v Prekmurju.

Druga možnost pa je sprememba gojenja paprike na tleh in pridobitev optimalne koncentracije in količine gnojil za talno gojenje paprike. Pri tem je potrebno upoštevati dejavnike, ki vplivajo na sprejem gnojil in na potovanje hranil po rastlini, na pomen posameznih hranil pri biosintezi in seveda minimalne klimatske dejavnike. Upoštevajoč te dejavnike se lahko optimizira pridelava paprike do stopnje, ko so pridelki tržno zanimivi, primerne kakovosti in nima negativnega vpliva na okolje.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

V današnjem času se veliko govori, predvsem pa piše o kvalitetni prehrani. Velik poudarek je na hrani, ki je pridelana na čim bolj naraven način in s čim manjšim vplivom kemičnih sredstev in ostalih dodatkov. V podporo temu so že Azsteki na območju sedanje Mehike na jezeru Tenochtitlan v 16. st. ugotovili hranilno vrednost vode, saj so na svojih splavih gojili plodovke, katerih korenine so segale globoko v vodo in na ta način črpale hranila za svojo rast. Ugotovili so še, da je potrebno časovno splave vrtnin prestaviti na novo lokacijo, da so s tem povečali rastne razmere in dosegli večje pridelke.

Tehnologija hidroponike je glavni zagon dobila v srednjih letih 20 stoletja. Na začetku so to bili le preprosti pretočni sistemi.

Glavni namen raziskave je proučiti in ugotoviti kvaliteto ploda paprike (*Capsicum annuum* L.) glede na sorto, koncentracijo hranilne raztopine in medij gojenja. Kvaliteto bomo določili s količino sladkorjev in kislin v plodu. Rad bi poudaril kvaliteto doma pridelana paprike in poiskal primerne tehnološke rešitve v masovni proizvodnji.

Glavni namen raziskave je proučiti vpliv koncentracije hranilne raztopine na kakovost pridelka, to je na vsebnost organskih kislin in sladkorjev v plodu paprike. Poleg tega smo z vzporednim vzorčenjem določili še nekatere parametre rasti, za katere želimo poiskati vplive na spremenljivost.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

S poizkusom želim dokazat, da:

- koncentracija hranilne raztopine vpliva na količino sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike in
- koncentracija hranilne raztopine vpliva na pridelek (masa plodov).

2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV

2.1 PAPRIKA (*Capsicum annuum* L.)

2.1.1 Botanična uvrstitev

Papriko (*Capsicum annuum* L.) uvrščamo v (Register flore Slovenije, 2002):

Spermatophyta Magnoliophytina (Angiospermae) Magnoliopsida (Dicotyledoneae)
Lamiidae Solananae Solanales Solanaceae Juss.

– Genus (rodovno ime): *Capsicum* L.

Paprika se prideluje predvsem zaradi sočnih plodov, ki se razvijejo na rastlini. Zaradi razvijajočih plodov jo uvrščamo med plodovke. Glede na to, da so plodovi paprike različni, se deli na več varietet (Osvald in Kogoj - Osvald, 1999):

- *Capsicum annuum* L. subspec, *macrocarpum* var. *grossum*: babure, kamor sodijo sorte z velikimi prizmatičnimi plodovi, ki so primerni za pripravo solat, vlaganje in polnjenje.
- *Capsicum annuum* L. subspec, *macrocarpum* var. *rotundum*. paradižnikove paprike, so sorte z okroglimi plodovi, primernimi za vlaganje celih ali razrezanih plodov.
- *Capsicum annuum* L. subspec, *macrocarpum* var. *longum*: podolgovate paprike, ki imajo zašiljene plodove, primerne za svežo uporabo ali predelavo.
- *Capsicum annuum* L. subspec, *microcarpum* var. *acuminatum*: feferoni, so sorte z ozkimi plodovi, primerni za vlaganje ali svežo uporabo.
- *Capsicum annuum* L. subspec, *microcarpum* var. *konooides*: šipke, kamor sodijo majhne, ostre paprike, ki jih uporabljamo kot začimbo.

Zaradi velike hranilne in biološke vrednosti spada med pomembnejše zelenjadnice. Vsebnost kislin in sladkorjev ji daje edinstven okus in široko uporabnost. Paprika je pomembna tudi zaradi vsebnosti vitaminov, predvsem vitamina A, C (100 mg/100 g užitnega dela) in P. P vitamin preprečuje sklerozo ožilja in pospešuje krvni obtok. Poleg naštetih vsebuje tudi veliko vitaminov B₁ in B₂ ter karotin (Bajec, 1988).

2.1.2 Izvor in razširjenost paprike v svetu in v Sloveniji

Paprika izvira iz Srednje Amerike. Naravna rastišča se razprostirajo od Mehike do Bolivije in Brazilije. Semena paprike in fižola so odkrili v izkopaninah človeških domovanj na območju sedanje Mehike in Peruja in njihovo starost ocenjujejo na 8 - 9 tisoč let. V Evropo so papriko prinesli portugalski pomorščaki v 15. stoletju, od tu pa se je hitro, predvsem zaradi pridelave poceni pekočih plodov kot nadomestek za poper, razširila v severno Afriko, južno Azijo, na Kitajsko in v Indijo. V papriki ni strupenih snovi, ki so sicer prisotne pri drugih predstavnikih razhudnikovk.

Da je pridelava vrtnin ekonomsko zanimiva, so že v prvih letih prejšnjega stoletja ugotovili predvsem Nizozemci, katerim so sledili tudi kmetje v drugih državah. Med zadnjimi, ki so se vključevali v to pridelavo, je bila tudi Nemčija. V današnjem času je zelenjave v Evropi vse več (Orešnik in Šebernik, 1995).

Po podatkih FAO se je v Evropi pridelalo v letu 2004 preko 101 milijona ton zelenjave. Od tega se je v Sloveniji pridelalo malo preko 63 tisoč ton. Največji pridelovalec zelenjave je Italija (preko 14 mio ton).

Čeprav paprika izvira iz Srednje Amerike, to področje ni najpomembnejše za njeno pridelavo. Glede na svetovno pridelavo pridelamo v Evropi okoli 15 % paprike. Povprečni hektarski pridelki se po posameznih območjih razlikujejo skoraj za faktor 2, v Evropi pa so povprečja se bolj različna. Tako ima npr. Portugalska povprečje 5 t/ha, Nizozemska pa kar 240 t/ha.

Veliki pridelki v nekaterih državah so posledica sodobnih tehnologij - predvsem hidroponskega gojenja. Po podatkih FAO je največ zemljišč zasajenih s papriko v Zvezni republiki Jugoslaviji. Vendar ta država zaradi majhnih hektarskih pridelkov ni najpomembnejši pridelovalec paprike v Evropi, saj so količinsko pomembnejše druge države, kot so Španija, Italija, Nizozemska z bistveno večjimi hektarskimi pridelki.

Do uničujoče intenzivnosti je pripeljala tudi politika cen v zadnjih 50 - ih letih. Cene reprodukcijskega materiala (gnojil, sredstev za varstvo rastlin, semen...) so bile nizke, hrana pa draga. Pridelovalci so nekontrolirano uporabljali materiale za intenzivacijo pridelava. Navsezadnje je to pripeljalo do tega, da so tla preveč onesnažena za pridelovanje zdrave hrane. Na našo srečo je Slovenija zaostala pri intenzivaciji in večina slovenskih tal ni onesnaženih z ostanki gnojil, sredstev za varstvo rastlin, ipd. Zdrava tla omogočajo pridelavo zdrave zelenjave. V kmetijsko razvitih državah (Nizozemska, Nemčija, Španija...) danes pridelujejo zdravo hrano na substratih. V Sloveniji zaenkrat to še ni potreba, vendar intenzivacija zelenjadarstva po »receptu«
zahodnoevropskih držav pelje v to smer.

Pot do hidroponskega gojenja zelenjave pa ni edina možna rešitev. Druga, mnogo cenejša in okolju bolj prijazna rešitev je integrirano kmetovanje. Tak način zelenjadarstva zahteva mnogo več znanja in izkušenj od konvencionalnega. Racionalna raba pridelovalnih zemljišč, ki mora biti osnova za tržno uspešno in hkrati okolju prijazno pridelavo vrtnin, je odvisna od dobrega poznavanja tehnologij pridelovanja in uspešnosti povezovanja oz. vključevanja v tržne tokove in proces trženja (Vadnal, 1998).

Tržna pridelava zelenjave ima tudi v Sloveniji že nekaj tradicije. Predvsem pridelava solate na Gorenjskem in ostale zelenjave v okolici mest je že tradicionalno. V letih po osamosvojitvi se je tržno pridelovanje zelenjave razširilo tudi na ostala območja Slovenije, prav tako se je popestril izbor domače zelenjave.

Verjetno se še spominjamo uvožene makedonske ali srbske paprike, paradižnika, kumar, iz osemdesetih let prejšnjega stoletja. V devetdesetih letih je pridelava plodovk v Sloveniji naraščala in je do danes zahvaljujoč primernemu sortimentu prišla na raven, ki vsaj v sezoni popolnoma oskrbi domače potrebe. Plodovke pridelujemo na skoraj 300 ha površine, od tega paprike blizu 60 ha (Statistični ..., 2005).

Tipičen slovenski pridelovalec paprike kmetuje na 9,1 ha kmetijskih površin. Najpogostejši tip kmetije je poljedelsko - vrtnarski. Vrtnine prideluje na 3,3 ha, od tega 1 ha paprike. Papriko prideluje v povprečju 9 let. Glede na povprečno velikost slovenskih kmetij (4,8 ha vir: Statistične informacije..., 2005) lahko sklepamo, da se za pridelovanje paprike odločajo predvsem večje slovenske kmetije. Slovenski pridelovalci gojijo največ rumene babure (*Capsicum annuum* L. subspec. *macrocarpum* var. *grossum*), katero tudi najlažje prodajo v večjih količinah. Poleg tega se na manjših površinah pridelujejo se ostali tipi paprike (paradižnik paprika, feferoni, podolgovata paprika) različnih barv plodov (oranžna, rdeča, zelena, vijolična) (Skerget, 2000).

2.1.3 Morfološke in biološke značilnosti paprike

Paprika je enoletna vrtnina, ki se jo goji zaradi plodov, kateri se pobirajo v tehnološki ali fiziološki zrelosti, ko dosežejo za sorto značilno velikost, obliko in barvo. Čas obiranja, v tehnološki ali fiziološki zrelosti, je odvisen od nadaljnje uporabe plodu. Pri nekaterih sortah in pri določenih načinih gojenja in uporabe se tehnološka in fiziološka zrelost prekrivata (Pavlek, 1979).

2.1.3.1 Habitus rastline

Rastlina ima obliko grma, ki je lahko visok od 30 - 150 cm. Na začetku je rast pokončna (eno stebelna), po prvem cvetu pa se prične razrast, običajno se pojavita dva do trije poganjki. Vsak člen se končuje z enim cvetom, redkeje z dvema, ki ga obkrožata stranska poganjka (Černe, 1988). Gojenje na prostem ne zahteva posebnega oblikovanja habitusa, medtem ko gojenje v tunelih ali na hidroponiki zahteva obtrgavanje stranskih poganjkov in reguliranje števila vrhov.

2.1.3.2 Koreninski sistem

V začetku razvoja prevladuje rast glavne korenine, ki raste do globine 80 cm. Večina stranskih korenin se razvija v globini 20 do 30 cm. Adventivne korenine pri papriki niso tako pomembne kot pri paradižniku. Prav tako v primerjavi s paradižnikom paprika razvije slabši koreninski sistem, ki je bolj plitek in manj gost. Zaradi tega je bolj dovzetna za sušne razmere. Razrast koreninskega sistema je potrebno pospeševati s pravilnim gnojilnim načrtom (Černe, 1988).

2.1.3.3 Steblo

Na začetku rasti in razvoja paprike je steblo zeljnato. S staranjem rastline steblo oleseni in je pri popolnoma dorasli papriki olesenelo (Černe, 1988). V prerezu je lahko okroglo ali oglato. Običajno je gladko ali poraslo z drobnimi dlačicami, zeleno ali obarvano vijolično (do izraza pride rastlinsko barvilo antocian). Večina v Sloveniji pomembnih sort ima steblo dovolj močno, da prenese maso plodov in zelenega dela.

2.1.3.4 List

Listi so lahko drobni ali veliki, celorobi, po obliki jajčasti, podolgovato ovalni ali suličasti in imajo pecelj. So zelene barve. Obstojata korelacija med barvo, velikostjo lista ter plodom. Rastline z velikimi listi razvijejo večje plodove in obratno. Če so listi rumeno zeleni, so plodovi v tehnološki zrelosti mlečno beli, rumeni ali rumenkasto zeleni. Pri temno zelenih listih so tudi plodovi temno zeleni. List je ob bazi enakomerno oblikovan ali pa je asimetričen. Ob vrhu se bolj ali manj ostro zožuje (Leskovec, 1969)

2.1.3.5 Cvet

Cvetovi so beli do blede zeleni, so v pazduhi lista in sicer samo po eden, redko v parih ali v troje. Velikost cveta paprike je v korelaciji z velikostjo lista in velikostjo plodu (Pavlek, 1979). Običajna velikost je od 1 - 3 cm. Paprika je samoprašna, vendar je možna tudi oprašitev s tujim cvetnim prahom (Černe, 1988). Razlog za tuje prašnost je heterostilija nekaterih cvetov, pri katerih se brazda plodnice dvigne nad prašnike (Pavlek, 1979).



Slika 1: Cvet paprike

Figure 1: Flower of pepper

2.1.3.6 Plod

Paprika iz oprašenih in oplojenih cvetov razvije plod. Plodovi so različnih oblik in z mnogo semena. Plod je sestavljen iz:

- perikarpa
- placent
- semena

Perikarp je sestavljen iz:

- eksokarpa
- mezokarpa
- endokarpa

Eksokarp pa sestavljata epiderm in kolenhim. Mezokarp je najrazvitejši del perikarpa. Od deležev posameznih delov perikarpa je odvisna kakovost paprike. Plodovi, katerih eksokarp je debel in sestavlja od 3 % do 8 %, mezokarp pa je tenak in predstavlja od 91 % do 96 % debeline perikarpa, se uporabljajo za mletje paprike in za pridobivanje paprike v prahu. Podovi, katerih debelina mezokarpa preko 96 % debeline perikarpa, se uporablja za presno rabo ali za nadaljnjo predelavo (vlaganje) (Pavlek, 1979).

Pri sladkih sortah je delež perikarpa od 62 % do 89 %, placent 8 % do 13 % in semena od 4 % do 27 %. Pri ostrih sortah paprike je perikarpa 60 % do 84 %, placent od 5 % do 9 % in semena 9 % do 33 % (Černe, 1988).

Preglednica 1: Kemična sestava plodu paprike (Petauer, 1993)

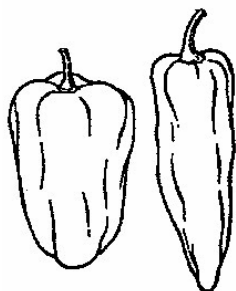
Table 1: Chemical composition pepper fruits (Petauer, 1993)

Kemična sestava	Vrednosti
Voda	84 - 93 %
Beljakovine	0,8 - 1,5 %
Maščobe	0,2 - 0,3 %
Ogljikovi hidrati	5,3 - 8 %
Invertnega sladkorja	2,7 - 5,7 %
Balastnih snovi	1,4 - 1,5 %
Organskih kislin	0,06 - 0,3 %
Alkaloid kapsin	0,001 - 0,3 %
Provitamin A	0,007 - 1,4 mg
Vitamin B ₁	0,03 - 0,08 mg
Vitamin B ₂	0,03 - 0,08 mg
Vitamin PP	0,7 - 1,3 mg
Vitamin B ₆	0,36 - 0,5 mg
Vitamin C	100 - 270 (- 400) mg
Rudninske snovi	0,5 - 0,7
Kalcija	6 - 8mg
Železo	0,8 mg

Plod na rastlini raste lahko pokončno, delno pokončno ali visi, kar je sortno značilno. Tudi oblika plodu je sortno značilna, vendar se v neugodnih vremenskih razmerah lahko tudi spremeni.

Po obliki plodove ločimo na (Pavlek, 1979):

- stožčaste: dolgi - dolžina je večkratna širina baze plodu, kratki - dolžina je 1 – 2 kratna širina baze plodu
- okrogle
- okroglo - sploščene.



Slika 2: Oblika plodu paprike babura in podolgovati tip katere smo uporabili v raziskavi
Figure 2: Shape of pepper fruits (babura and longest tipe) which we use in research

Barva plodu v tehnološki zrelosti je različna, vendar običajno rdeča. Intenzivnost obarvanja v rdeče je odvisna od barve v tehnološki zrelosti. Bolj izrazito zelena kot je, temnejšo rdečo barvo doseže plod v fiziološki zrelosti (Černe, 1988).

Plodovi paprike imajo različno število prekatov. Feferoni so eno do dvoprekatni, podolgovata paprika je dvo do tri prekatna, babura je tri do pet prekatna, posamezne sorte pa imajo lahko tudi do 7 prekatov (Leskovec, 1969).

Okus plodov je med sortami različen, prav tako je različen glede na stopnjo zrelosti. Nekatere sorte dajo plodove z ostrim in pekočim okusom. Tak okus jim daje alkaloid kapsaicin, ki nastaja v vzdolžnih delih placente (de Witt, 1978).

2.1.3.7 Seme

Seme paprike je ledvičaste oblike, sploščeno in rumenkaste barve, 3 do 4 mm dolgo, 2 do 3 mm široko in 0,5 do 1 mm debelo. Absolutna masa znaša 6 g. Liter semena tehta 450 do 500 g (Pavlek, 1979).

Seme je pritrjeno na placento in je v notranjosti votlega plodu. Večina semena je na centralni placenti, manj pa na vzdolžnih delih placente (Černe, 1988).

2.1.4 Biologija rasti in razvoja paprike

2.1.4.1 Ritem rasti in razvoja

Seme paprike kali pri direktni setvi v setvenico šele po treh tednih. V kolikor ga prej nakalimo (24 ur namakanje v vodi), pa v 7 - 10 dneh. Kaljenje v kalilnih komorah pri optimalni temperaturi (25 - 28° C) je najhitrejše in traja 5 - 7 dni. Po vzniku se pojavita vzdolžna kratko peceljna klična lista in nato prva dva prava lista. Prvi cvet se običajno razvije po razvoju 7 - 12 pravih listov. Do prvega cveta je rast eno stebeljna, nato se začne simpodialno razraščati. Vsak simpodiaini člen se končuje s cvetom, ki ga obkrožata stranska poganjka. Razvoj od cvetnega popka do zametka plodu traja 8 - 12 dni (Černe, 1988).

Dolžina vegetacije paprike od vznika do tehnološke zrelosti traja od 105 do 150 dni, do fiziološke zrelosti pa 135 do 175 dni. Dolžina posameznih faz rasti in razvoja je sortna lastnost, povprečno pa traja od setve do vznika 8 do 10 dni, od vznika do cvetenja 70 do 100 dni, od cvetenja do prvega ploda v tehnološki zrelosti 45 do 50 dni in od tehnološke zrelosti do fiziološke zrelosti 25 do 35 dni (Pavlek, 1979).

2.1.4.2 Fruktifikacija

Po poreklu je paprika rastlina kratkega dne. Vendar v literaturi lahko zasledimo nasprotno podatke, vzrok za to je selekcija novih sort, ki različno reagirajo na dolžino osvetlitve. Po navedbah nekaterih avtorjev je paprika nevtralna rastlina glede fotoperiodizma. Paprika naj bi začela cveteti istočasno pri 12 do 15 urni osvetlitvi in pri 24 urni osvetlitvi. Na Nizozemskem gojijo papriko v steklenjakih pri 18 urni dnevni osvetlitvi (Pavlek, 1979).

Poleg svetlobe vplivajo na fruktifikacijo tudi drugi dejavniki. Optimalna temperatura za rast plodov je od 20° C do 25° C. Za hitro fruktifikacijo in normalno cvetenje je potrebna temperatura od 25° C do 28° C, relativna zračna vlaga od 65 % do 70 %, velika intenziteta osvetlitve in z vodo dobro oskrbljena tla (Pavlek, 1979).

2.1.4.3 Pridelovanje semena

Za pridelovanje semena so najprimernejša srednje težka, s humusom in hranili bogata tla, ki ne smejo biti okužena z glivo *Verticillium albo-atrum*. Setev matičnih rastlin se zasnuje preko sadik, ki se presadijo v tunele ali na prosto po preteku nevarnosti slane. Tedaj naj bodo rastline visoke od 15 do 20 cm.

Optimalne sadilne razdalje za semensko proizvodnjo so 40 x 40 cm. V času rasti je potrebno rastline oskrbovati z vodo in hranili ter odstranjevati vse bolne in sortno netipične rastline.

Plodovi se pobirajo v fiziološki zrelosti. Seme se izloči ročno, čemur sledi izpiranje z vodo, kar popolnoma odstrani sledi placent. Tako pripravljeno seme se suši pri temperaturi 20° C do 25° C. Pridelek semena je od 150 do 400 kg na hektar (Pavlek, 1979).

2.1.5 Vpliv ekoloških dejavnikov na rast in razvoj paprike

2.1.5.1 Temperatura zraka

Paprika spada med zelenjadnice z večjo potrebo po toploti. Optimalna temperatura za vznik paprike v kalilnih komorah je od 25° C do 28° C. Po vzniku semena je potrebno temperaturo znižati za 8 - 10 dni, nato pa ponovno dvigniti (ponoči na 16 - 18° C, podnevi na 22 - 25° C). Pred presajanjem je potrebno temperaturo ponovno znižati (Černe, 1988). Optimalne temperature v času oploditve in oblikovanja plodov so med 21° C in 26° C. Pri temperaturi od 10° C do 15° C cvetni popek odpade, rastlina pa preneha z rastjo (Pavlek, 1979).

Temperature nad 30° C zmanjšajo pridelek, saj odpadejo cvetovi, pri daljšem stresu pa tudi plodovi in plodiči. Prav tako pri visokih temperaturah oploditev ni možna, ker pelod ne kali in ker se brazda pestiča preveč izsuši (Černe, 1988).

Minimalne temperature, pri katerih rastlina še preživi, so - 0,3° C do - 0,5° C. Pod to temperaturo paprika pomrzne. Precej nad minimalno temperaturo pa že odpadajo cvetovi in mladi plodovi. Če rastline razvijejo cvetove pri večji temperaturi in se nato temperatura zniža na 10° C - 15,5° C, se vseeno iz 99,3 % cvetov razvijejo plodovi. Vendar se vsi ti plodovi razvijejo partenokarpno (Pavlek, 1979).

Za normalen razvoj paprike je potrebna vsota srednjih dnevni temperatur od začetka maja do sredine oktobra 3000° C. Posebno dobro reagira na tople in sončne dni v juliju in avgustu, med dozorevanjem plodov (Pavlek, 1979).

2.1.5.2 Temperatura tal

Minimalna temperatura tal za vznik je 15° C, optimalna pa med 25 - 28° C. Po vzniku rastline prenesejo tudi precej manjšo temperaturo tal (do 2° C), vendar se tedaj že pojavijo prve poškodbe korenin, kar povzroči zastoj v rasti (Černe, 1988).

Prevelike razlike med temperaturo zraka in tal neugodno vplivajo na razvoj rastline. Posebno neugodne so nizke temperature ob presajanju. Tedaj temperatura tal ne bi smela biti za več kot 3 - 4° C manjša od temperature zraka (Pavlek, 1979).

2.1.5.3 Svetloba

Rastline največ svetlobe potrebujejo po vzniku, v fazi rasti in razvoja kotiledonov in prvih pravih listov. Preslaba osvetlitev v fazi vzgoje sadik in v fazi cvetenja je vzrok manjših in slabših pridelkov. V senci ali med večjimi rastlinami se paprika izredno slabo razvija. Zahteva najmanj 12 - 14 urno osvetlitev. Poleg dolžine in intenzitete svetlobe je pomembna tudi kvaliteta svetlobe. Optimalna rast je ob celotnem vidnem spektru svetlobe (Pavlek, 1979).

2.1.5.4 Vlaga

Paprika potrebuje veliko vode. Kljub temu ne mara mokrih rastišč. Zaradi slabšega koreninskega sistema je potrebno vodo stalno dodajati v okolico korenin, saj rastline same ne poiščejo vode iz talnih zalog. Predvsem vzgoja sadik zahteva zadostno namakanje (Černe, 1988).

Transpiracijski koeficient paprike je 320 - 330 mm, zato je intenzivna pridelava nemogoča brez namakanja. Za razvoj paprike od presajanja do pobiranja plodov potrebuje najmanj 500 - 600 l vode/m². Feferoni so manj občutljivi na pomanjkanje vode kot ostale paprike (Černe, 1988).

2.1.5.5 Tla

Za pridelovanje paprike so najboljša globoka, propustna, topla humuzna tla, v katerih so hranila dostopna v lahko topni obliki. Za zgodnje pridelovanje so primerna glinasto peščena ali lažja humozna tla (Pavlek, 1979). Pri poznem pridelovanju pa daje največji pridelek na peščeno - glinastih, strukturnih tleh. V bolj glinastih tleh daje paprika bolj kakovosten pridelek.

Prav tako je paprika zelo občutljiva za kislina tla. Optimalna pH vrednost je med 6 in 7. Pri manjših pH vrednostih je potrebno tla apniti (Černe, 1988).

2.2 NAČINI GOJENJA PAPRIKE

2.2.1 Klasično gojenje paprike v tleh kot rastnem mediju

Klasično gojenje paprike v Sloveniji je gojenje v tleh. Rastline v tleh razvijejo koreninski sistem, ki črpa hranila iz talne raztopine. Tla imajo sposobnost vezave hranil, zato je omogočeno založno gnojenje. Prav tako tal, ki so povsem brez hranil, praktično ni. Za tržno pridelavo paprike v slovenskem prostoru je klasična pridelava v tleh trenutno najboljša rešitev, ki omogoča velik in kvaliteten pridelek.

2.2.1.1 Kolobar

Pri papriki je kolobar ključnega pomena, saj slabo prenaša preozek kolobar. Gojimo jo na prvi poljini. Na isto mesto se lahko vrne šele po 4 do 5 letih.

Neprimerni predhodni posevki so vse rastline družine Solanaceae, ker jih okužijo iste bolezni. Dobri predhodniki pa so: korenovke, metuljnice, žita in krmne rastline. Prav tako je paprika odličen predposevek za korenovke in čebulnice (Černe, 1988).

2.2.1.2 Vzgoja sadik

Tržna pridelava paprike se zasnuje preko sadik. Ker je paprika toplotno zahtevna, se sadike vzgajajo v rastlinjaku. Setev se opravi 40 do 60 dni pred predvidenim presajanjem. Optimalna temperatura za vznik je 25 - 28° C. Po 7 - 10 dneh vzkalijo mlade rastline. Po 15 dneh se dnevna temperatura zniža na 16° C oziroma na 14° C ponoči (Siviero in Gallerani, 1992).

2.2.1.3 Priprava tal in sajenje

Paprika potrebuje kvalitetno pripravljena tla, saj zahteva zračna, prepustna tla, ki so sposobna vezati veliko vlage. Pred presajanjem se tla pognojijo na podlagi analize tal in glede na predviden odvzem. Pridelek 40 t/ha odvzame tlem 210 kg N, 26,8 kg P₂O₅, 267 kg K₂O, 191,7 kg CaO in 25,6 kg MgO (Siviero in Gallerani, 1992).

Preglednica 2: Odvzem hranil pri intenzivnem gojenju paprike (Siviero in Gallerani, 1992)

Table 2: Uptake of nutriment by intensive pepper production (Siviero and Gallerani, 1992)

Hranila	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Odvzem hranil v g/rastlino	9,776	1,245	12,507	8,924	1,201
Potrebe po hranilih za 100 kg plodov (v kg)	0,525	0,067	0,669	0,479	0,064
Potrebna količina hranil za pridelek 40 t/ha	210,0	26,8	267,6	191,7	25,6
Razmerje hranil	1	0,13	1,27	0,91	0,12

Razvite sadike s 6 - 12 listi se presajajo na prosto, ko so tla dovolj ogreta in ko ni več nevarnosti pozebe. Temperatura tal se lahko zviša, če jo zaščitimo s folijo ali drugimi zastirali. Čebula (1995) navaja, da zastiranje tal v rastlinjaku s prozorno ali črno PE folijo zviša temperaturo tal na globinah 5 in 7 cm v povprečju za 1° C. Črna folija tudi zmanjša izgubo toplote ponoči v primerjavi s prozorno folijo. Vendar pa ima paprika pri zastiranju tal s prozorno folijo večji nastavek plodov in za 38,6 % večji pridelek, pri črni foliji pa za 19 % večji pridelek kot kontrola brez zastiranja tal.

Zastirna folija zmanjšuje izpiranje hranil v podtalnico. Romić in sod. (1996) navajajo, da zastiranje tal s črno folijo zmanjša izpiranje dušika iz 20,45 kg/ha na tleh brez zastiranja na 1,79 kg/ha na tleh z zastiranjem.

Rastline se presajajo strojno ali ročno. Medvrstna razdalja presajanja je od 50 - 70 cm, v vrsti pa 30 - 50 cm. Optimalna gostota je med 30.000 in 60.000 sadik/ha (odvisno od sorte in načina vzgoje) (Siviero in Gallerani, 1992).

2.2.1.4 Oskrba nasada

Relativno slabo razvit koreninski sistem zahteva sprotno namakanje posevka. Optimalna vlažnost tal je pri 80 - 85 % poljske kapacitete za vodo. Paprika ima relativno velik transpiracijski koeficient (320 - 330 l/kg SS), kar zopet zahteva namakanje nasada. V sušnih razmerah je potrebno v rastni dobi zagotoviti z namakanjem od 400 do 480 mm vode (Osvald in Kogoj - Osvald, 1999)

2.2.1.5 Spravilo in pakiranje pridelka

Plodovi se začno obirati v fazi tehnološke zrelosti. Obira se lahko sproti vsak dan ali se opravi nekaj večjih obiranj, odvisno od potreb trga in načina trženja. Obira se v zabojčke ali vreče. Doseženi pridelki se gibljejo od 20 do 50 t/ha na prostem in od 30 do 70 t/ha v rastlinjakih.

2.3 HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN

Beseda "hydroponika" je grškega izvora, izpeljana iz besed "hydro", kar pomeni voda in "ponos", kar pomeni delo (Mason, 1990).

Hidroponika je način gojenja rastlin v vodi, ki ji dodamo gnojila, potrebna za rast. Torej rastline ne posadimo v prst. Polnila za pričvrstitev korenin so lahko pesek, mivka in različni gradbeni materiali ali pa rastlinam preprosto postavimo oporo (Krese, 1989).

Hidroponika je tehnika gojenja rastlin v hranilni raztopini (voda in gnojila) z ali brez uporabe inertnih substratov, to je substratov, ki ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti drugih snovi, s katerimi so v stiku.

Korenine lahko rastejo v vodi (vodne kulture), v navlaženem trdnem inertnem mediju (agregatne kulture) ali v zraku, ki ga vlažimo z razpršilci (aeroponske kulture) (Osvald, 1997).

Najpomembnejši substrati so: kamena volna, vermikulit, pesek, ekspanzirana glina, delno tudi šota in žagovina. Hidroponsko gojenje delimo na: tekočinsko (substrata ni) in agregatno (prisotni so zgoraj naštetih substrati) (Jensen in Collins, 1985).

Hidroponski sistemi se v največji meri uporabljajo v zavarovanih prostorih, ki varujejo rastline pred neugodnimi vremenskimi vplivi in omogočajo kontrolirano temperaturo, zračno vlago ter boljši nadzor nad boleznimi in škodljivci.

2.4 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI HIDROPONSKEGA NAČINA GOJENJA

– Prednosti in pomanjkljivosti hidroponskega načina gojenja so povzete po viru Osvald (1997).

2.4.1 Prednosti hidroponskega načina gojenja

- Rastline lahko gojimo tudi na območjih, kjer zemlja ni primerna za rast rastlin. Izkoriščamo lahko tudi degradirana in onesnažena tla ter prostor, ki začasno ni v kmetijski rabi.
- Velika intenzivnost pridelovanja v zavarovanem prostoru.
- Pridetek je kontinuiran, kakovosten in velik tudi na manjših površinah.
- Ni potrebno upoštevati kolobarja, zato se lahko obrat specializira na eno ali nekaj vrst vrtnin in optimizira svojo pridelavo.
- Manjši je pojav bolezni in škodljivcev, manj potrebnih ukrepov za varstvo rastlin in s tem tudi manjša raba insekticidov in fungicidov ter popolna ukinitve uporabe herbicidov.

- Močno zmanjšano onesnaževanje okolja s sredstvi za varstvo rastlin, nitrati in ostalimi hranili. Manj težkih fizičnih del. Možnost uravnavanja optimalnih rastnih razmer, zagotavljanje primerne vlažnosti in usklajeno dodajanje hranil.
- Gospodarna raba vode, hranil in energije.

2.4.2 Pomanjkljivosti hidroponskega gojenja rastlin

- Investicijski stroški so višji kot pri klasičnem pridelovanju.
- Potrebno je določeno znanje o delovanju in vplivih hidroponike na rast in razvoj rastlin ter natančnost vodenja pridelave.
- Ob pojavu bolezni in škodljivcev se le - ti hitro razširijo.
- Ni koristnih mikroorganizmov, ki se nahajajo v tleh.
- Potrebno je pogostejše opazovanje rastlin, ker se hitreje odzivajo na dobre in slabe rastne razmere.
- Za hidroponski način gojenja niso primerne vse rastline.
- Problem onesnaževanja okolja, če uporabljena hranilna raztopina preide v podtalnico ali če substrati niso pravilno odstranjeni.
- Majhna puferna sposobnost, posebej pri NFT in sorodnih tehnikah.

2.5 OSNOVNI POGOJI ZA HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN

Za hidroponsko gojenje rastlin je potreben zavarovan prostor z ustrezno infrastrukturo (ogrevanje, zračenje), sistem za namakanje, dodajanje in kontrolo hranil (rezervoar, obtočna črpalka, cevi, kapljači), primeren substrat in hranilna raztopina (za večje pridelovalne sisteme uporabljamo granulirane soli, za ljubiteljsko hidroponsko gojenje pa komercialne raztopine).

2.6 KLASIFIKACIJA SISTEMOV HIDROPONIKE

Po uporabi substratov in načinu gojenja ter hranilnih raztopinah razlikujemo več oblik hidroponskega gojenja rastlin (Osvald in Kogoj - Osvald, 1994).

Hidroponski sistemi so zaprti ali odprti. Pri zaprtih hidroponskih sistemih hranilno raztopino po uporabi obnovimo (dodamo potrebna gnojila, uravnavamo pH) in ponovno vrnemo v sistem. V zaprtih hidroponskih sistemih je raba hranil gospodarnejša, vendar je potrebno pogosto kontroliranje in uravnavanje stanja hranilne raztopine.

Vsak dan je treba meriti električno konduktivnost, vsake 2 do 3 tedne vsebnost makroelementov in vsake 4 do 6 tednov vsebnost mikroelementov (Osvald, 1997).

Pri odprtih sistemih hranilno raztopino pripravljamo sproti. Voda, ki jo uporabljamo v raztopini je lahko slabše kakovosti. V odprtih hidroponskih sistemih se letno izgubi v okolje okoli 2000 m³/hektar hranilne raztopine, ki vsebuje okoli 5 ton hranil, kar je zelo obremenjujoče za okolje. Hranilno raztopino lahko v sistem dovajamo kapljično, z razpršilci, z meglici ali s preplavljanjem. Porabljeno hranilno raztopino lahko uporabimo za gnojenje na poljih. Hranila lahko dovajamo neposredno v namakalno napeljavo z dozatorji ali pa hranila v velikih rezervoarjih najprej premešamo z vodo in šele potem dovajamo preko namakalnega sistema do rastlin.

Sistem lahko vodimo avtomatsko ali ročno. Konstrukcija posod in kanalov je lahko iz različnih materialov: beton, plastika, steklo, les, kovina, PVC, keramika, poliester (Schwarz, 1995).

2.6.1 Tekočinski hidroponski sistemi

Pri tekočinskih hidroponskih sistemih ne uporabljamo inertnih substratov za razraščanje korenin. Večinoma so zaprti. V njih so rastlinske korenine izpostavljene hranilni raztopini stalno ali občasno (Osvald, 1997).

2.6.1.1 NFT (Nutrient Film Technique) - Tehnika hranilnega filma

Ta sistem je razvil dr. Allan Cooper iz Glasshouse Crops Research Institute v Littlehamptonu, v Anglija leta 1960. NFT sistem je skupaj s svojimi modifikacijami še danes najbolj razširjen tekočinski hidroponski sistem.

V NFT sistemu se tanka plast (film) hranilne raztopine pretaka skozi kanale, v katerih se nahajajo rastlinske korenine. Stene kanalov so večinoma iz plastičnih mas in morajo preprečevati pronicanje svetlobe v notranjost kanalov, da onemogočimo razvoj alg v notranjosti kanalov. Na zgornji ploskvi imajo kanali na določenih razdaljah odprtine, v katere vstavimo sadike.

Kanale postavimo na nosilce tako, da imajo 1 - 2 % vzdolžni padec. Hranilno raztopino s pomočjo pretočne črpalke dovajamo na najvišji nivo kanalov, in se zaradi prostega padca pretaka k nižjemu nivoju kanala. Tam hranilna raztopina odteka po drenažnih ceveh do zbirnega rezervoarja, kjer jo občasno analiziramo in po potrebi obnovimo. Hranilna raztopina lahko po sistemu kroži neprekinjeno ali v časovnih presledkih.

Pretok pri neprekinjenem kroženju uravnavamo tako, da je volumen hranilne raztopine, ki izteka iz enega kanala, 100 - 200 ml v minuti.

Osnovna prednost tega sistema pred drugimi je ta, da potrebujemo manj hranilne raztopine in jo na ta način lažje segrevamo v zimskem času ali ohlajamo v poletnih mesecih ter s tem koreninam zagotovimo optimalno temperaturo.

Zato je dobro, da je zunanja površina NFT kanalov obarvana belo, ki odbija sončne žarke in na ta način zmanjšuje segrevanje hranilne raztopine in korenin v kanalih. Kanali so široki 10 - 20 cm in do 20 m dolgi.

2.6.1.2 AEROPONIKA

To je sistem, kjer so korenine stalno ali občasno v okolju nasičenem s finimi kapljicami hranilne raztopine. Rastline vstavimo v odprtine na zgornji ploskvi komore, korenine pa prosto visijo v zraku, to je v medprostoru zaprte komore, v kateri so nameščeni razpršilci na določenih razdaljah. Komora je zaprta z vseh strani, da preprečimo pronicanje svetlobe (s tem preprečimo rast alg) in vzdržujemo zračno vlago.

Sistem je uravnan tako, da razpršuje hranilno raztopino po koreninah periodično; nekaj sekund v časovnih razmikih 2 - 3 min. Kar zadošča za vzdrževanje vlažnosti koreninskega spleta in za popolno nasičenje hranilne raztopine s kisikom.

Piramidni aeroponski sistem s konstrukcijo v obliki A - okvirjev so razvili v Arizoni. Takšna izvedba je primerna za komercialno pridelovanje listnate zelenjave kot so solatnice in špinačnice. Okvirji, ki so v zavarovanem prostoru, so orientirani v smeri sever - jug. Visoki so 1,2 m, na ta način lahko na m² gojimo do enkrat več rastlin kot pri horizontalnem gojenju.

Pomanjkljivost aeroponskih sistemov se kaže predvsem v težkem vzdrževanju razpršilcev, da se ne zamašijo, in v tem, da rastline z velikim koreninskim spletom potrebujejo velike komore.

2.6.1.3 DFT (Deep Flow Technique) - Tehnika globinskega pretakanja

Ta sistem so razvili predvsem, da bi omogočili boljšo nasičenost hranilne raztopine s kisikom. Hranilna raztopina se pretaka z višjega nivoja na nižji in je pri tem velika površina tekočine izpostavljena difuziji zraka.

2.6.1.4 Vodne kulture

Ta sistem se sestoji iz posod, v katerih je hranilna raztopina. Na posodah je nameščena plošča z odprtinami, v katere vstavimo sadike. To je odprti tekočinski hidroponski sistem. Zrak (kisik) dovajamo s cevkami s pomočjo črpalke - kompresorja. Redno moramo kontrolirati hranilno raztopino in dovajanje zraka v raztopino.

2.6.2 Agregatni hidroponski sistemi

Pri agregatnih hidroponskih sistemih nudi trden, inerten substrat rastlini oporo ter ugodne fizikalne razmere za rast in razvoj korenin. Ti sistemi so lahko odprti ali zaprti. Pri odprtih sistemih lahko uporabljeno hranilno raztopino (eluat) izkoristimo za gnojenje na poljih.

Hranila lahko dovajamo neposredno v namakalno napeljavo z dozatorji ali pa hranila v velikih rezervoarjih najprej premešamo z vodo in šele potem dovajamo preko namakalnega sistema do rastlin. Namakanje - fertigacija je večinoma uravnavana s časovnim stikalom, ki odpira ali zapira magnetni ventil, ki omogoči ali ustavi dovajanje hranilne raztopine do rastlin.

Boljše je, če namesto rutinskega namakanja s časovnim stikalom v substrat (med rastline) vstavimo merilec vlage v tleh, to je tenziometer. Ko vlažnost v substratu pade pod določeni nivo, tenziometer sproži impulz za odpiranje magnetnega ventila in s tem fertigacijo. Ko vlaga v substratu doseže željeni nivo, tenziometer izklopi magnetni ventil in s tem ustavi dovajanje hranilne raztopine do rastlin (Jensen in Collins, 1985).

2.6.2.1 Gojenje na ploščah kamene volne

Kamena volna je vlaknat material, ki ga pridobivamo s taljenjem rudnin. Postopek so razvili na Danskem leta 1969. Na Nizozemskem se je povečevala pridelava vrtnin na kameni volni s 100 ha leta 1979, na 900 ha leta 1982 ter na 2850 ha leta 1987. V Angliji okoli 85 % hidroponske pridelave poteka na kameni volni in le 11 % na NFT sistemu.

Kamena volna, ki je bila prvotno izdelana kot izolacijski material, je narejena iz mešanice kamnin diabaza, bazalta in koksa, ki jih stalijo na visoki temperaturi, dodajo hidrofilna sredstva in to "lavo" preko posebnih rotorjev v močnem zračnem toku izoblikujejo v nitke s premerom 0,005 mm ter jih nalagajo eno na drugo v plasteh.

Na ta način med vlakni nastane veliko por, ki se ob namakanju napolnijo z vodo in zrakom. Zaradi velikega deleža por plošče kamene volne tehtajo le okoli 80 kg/m³.

Kamena volna je relativno poceni substrat za rast in razvoj rastlin, je inertna, sterilna, biološko nerazgradljiva ter dimenzijsko stabilna. Hitro vpija vodo, ker pore zavzemajo 96 % celotnega volumna kamene volne.

Kameno volno uporabljamo pri gojenju sadik za nadaljnjo gojenje v hidroponskih ali ne hidroponskih sistemih. Kamena volna omogoča enostavno in uspešno razmnoževanje rastlin s potaknjenci. Lahko jo uporabljamo tudi kot dodaten substrat pri različnih mešanicah prsti.

Pri sistemu gojenja na gojitvenih ploščah iz kamene volne sadike najprej gojimo v kosmičih kamene volne. Ko rastlina razvije klične liste, koreninsko grudico skupaj z rastlino vstavimo v gojitveno kocko velikosti 100 x 100 x 75 mm. Te kocke so po obodu ovite z belo PVC folijo. Na zgornji ploskvi imajo vrezano 40 mm globoko odprtino v obliki valja, s premerom 40 mm. Folija ovita okoli gojitvene kocke onemogoča rast korenin izven kocke in jih usmerja navzdol.

Ko rastlina razvije 4 - 6 pravih listov in korenine prerastejo gojitveno kocko, jo skupaj s kocko postavimo na gojitveno ploščo. Gojitveno ploščo velikosti 1000 - 150 - 75 mm prav tako ovijemo v belo PVC folijo, da preprečimo evaporacijo raztopine iz plošč in razvoj alg, zmanjšamo možnost okužb od zunaj, povečamo odboj svetlobe in s tem tudi znižamo temperaturo substrata. Na zgornji ploskvi gojitvene plošče izrežemo odprtine velikosti 100 x 100 mm v razdalji 300 - 500 mm glede na vrsto vrtnine. Na njih postavimo gojitveno kocko z rastlino in priklopimo namakalni sistem (kapljični sistem s cevkami do posamezne rastline). Čez 2 - 3 dni se korenine iz gojitvene kocke pričnejo vraščati v gojitveno ploščo.

Pri prvem namakanju, gojitvene plošče prepojimo s hranilno raztopino, nato naredimo 2 do 3 poševne stranske drenažne zareze, katerih spodnji nivo je zarezan 1 do 1,5 cm od spodnjega roba gojitvene plošče.

Tako lahko odvečna raztopina odteče po kanalu v zbirno posodo (zaprt sistem) ali na folijo in tam izhlapi (odprt sistem). 1 do 1,5 cm debela plast hranilne raztopine je kot rezervoar za navlaženje plošč in je kot rezerva za izravnavanje navlaženosti substrata.

Tla rastlinjaka so ponavadi zaradi boljše higiene in boljšega odboja svetlobe pokrita z belo PVC folijo.

Na eni gredici v rastlinjaku sta večinoma po dve vrstici plošč, tla pod njimi imajo rahli padec v medvrstni prostor, kamor odteka odvečna hranilna raztopina.

Če želimo imeti talno ogrevanje, damo pod gojitvene plošče stiroporno ploščo enakih dimenzij in na sredino stiroporne plošče vstavimo ogrevalno cev.

Kamena volna ima pred drugimi substrati prednosti:

- ima specifične lastnosti ob namakanju in dodajanju hranil;
- je kemijsko inerten material, razen manjših vplivov na spremembo pH hranilne raztopine;
- zaradi majhne sorptivne sposobnosti ne zadržuje hranil in omogoča hitro menjavo hranilne raztopine z novo oziroma sestavinsko drugačno;
- ne spreminja razmerja hranil v sami raztopini;
- ne vpliva na dostopnost posameznih hranil in vode;
- ima velik delež por, ki zadržujejo oboje: vodo s hranili in zrak;
- idealno razmerje vode in zraka v navlaženi kameni volni, ki je 3:1, se z navlaževanjem samodejno uravnava;
- razmerje voda: zrak se ne poruši tudi pri prekomernem navlaževanju, saj odvečna tekočina odteče;
- je sterilna, torej ne vsebuje škodljivih primesi, bakterij, gliv škodljivcev ter semen plevelov, zato ni potrebno zamudno in drago razkuževanje;

- material je mogoče po uporabi reciklirati.

Problemi, ki nastanejo z uporabo kamene volne (Mason, 1990):

- po določenem času se na površini razvijejo alge, ki po daljšem časovnem obdobju razvijejo nepropusten sloj, ki onemogoča prodor vode skozi ploščo. Za preprečitev razvoja alg in zmanjšanje težav pri gojenju, se plošče kamene volne ovijejo s folijo, ki je črna, bela ali siva. S tem je onemogočen dostop svetlobe, zavrt pa naj bi bil tudi razvoj alg;
- pojavlja se problem deponiranja odpadkov, vendar pa je uporabljen material možno reciklirati.

2.6.2.2 Tankoplastno gojenje

Kot substrat se v tem sistemu uporabljajo različni substrati (kamena volna, šota, ipd.) v debelini plasti 1 - 3 cm. Lahko se uporablja kot odprt ali kot zaprt hidroponski sistem. Pri tankoplastnem sistemu se na tla postavi črna folijo, na njo substrat in preko tega belo ali črno - belo folijo, ki zmanjšuje evaporacijo hranilne raztopine, izsuševanje korenin, preprečuje rast alg in povečuje odboj svetlobe.

Tla morajo biti dobro pripravljena in imeti 1 - 2 % naklon, da odvečna hranilna raztopina odteka v drenažni kanal.

Pred uporabo substrat dobro namočimo s hranilno raztopino. Sadike gojimo v gojitvenih kockah kamene volne in jih postavimo na izrezane odprtine na beli foliji. Razdalja med odprtinami je odvisna od vrste vrtnine.

Namakalni sistem je postavljen tako, da je na najvišjem nivoju tal kapljična namakalna cev. Vegetativna rast pri tem sistemu je odlična, močan koreninski sistem vpliva na zgodnje cvetenje ter na velike in kakovostne pridelke.

Eden od razlogov za razvoj močnega koreninskega sistema je ta, da je raven kisika v območju korenin visoka zaradi velike površine substrata in hranilne raztopine, izpostavljenih difuziji kisika iz zraka. Povprečna nasičenost hranilne raztopine s kisikom v substratu je nad 80 % in ni potrebno dodatno prezračevati hranilne raztopine.

2.6.2.3 Navpični hidroponski sistemi

VPH (Vertical Plane Hydroponics): Ta sistem omogoča boljšo rabo notranjosti zavarovanih prostorov. Rastline gojimo na flisu dimenzij 500 - 2000 mm, ki je ovit z obeh strani z belo ali aluminijsko folijo. Na foliji so izrezane odprtine, v katere vstavimo sadike. Plošče flisa obesimo na ogrodje zavarovanega prostora, na zgornji rob plošče pa napeljemo kapljično namakanje s cevkami za dovajanje hranilne raztopine. Na spodnjem robu plošče so odprtine, skozi katere odteka odvečna hranilna raztopina in se po drenažnih ceveh pretaka v zbirno posodo. Prednost tega sistema je v boljši rabi prostora, ker lahko gojimo dvakrat več rastlin, kot pri gojenju na tleh.

Zaradi boljše osvetlitve višje ležečih rastlin na plošči od tistih pri tleh, prihaja do neenakomernega prehoda v tehnološko zrelost. To in pa dražja ter zahtevnejša postavitve sistema ovirata razširjanje VPH sistema (Osvald, 1997).

2.7 SUBSTRATI

Izraz "substrat" uporabljamo za trden material, ki ga uporabljamo namesto tal v agregatnih hidroponskih sistemih.

Pri hidroponskem gojenju vrtnin v agregatnih sistemih uporabljamo inertne substrate. To so substrati, ki ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti drugih snovi, s katerimi so v stiku. Rastlinam nudijo oporo in ugodne fizikalne razmere za rast in razvoj koreninskega sistema (Mason, 1990).

Hidroponski substrati morajo zadostiti naslednjim zahtevam (Osvald, 1997):

- mora biti kemično inerten in stabilen,
- mora biti čist,
- ne sme zadrževati odvečne vode,
- imeti mora ugodno razmerje voda: zrak,
- imeti mora dobro puferno izravnalno kapaciteto in zaželeno je, da ima dobro kationsko izmenjalno kapaciteto.

2.7.1 Substrati pridobljeni iz kamnin

2.7.1.1 Kamena volna

Pridobivajo jo iz osnovnih kamnin kot so bazalt, diabaz in koks. V tehnološkem postopku kamnine stalijo, dodajo hidrofilna sredstva; nastane neke vrste lava, ki se useda na dno talilne peči. Z razpihovanjem preko posebnih rotorjev v močnem zračnem toku se tvorijo tanke niti s premerom 0,005 mm, ki se ob namakanju napolnijo z vodo in zrakom (Osvald, 1997).

Mnenje, da je zelenjava pridelana na kamni volni manj kakovostna, ne drži. Raziskave so pokazale, da vsebuje celo več dragocenih sestavin kot tista, ki je pridelana v zemlji (Oeser, 1993).

2.7.1.2 Vermikulit

To je mineral, ki ga dobimo iz rudnikov sljude v Južni Afriki, ZDA in v Rusiji. Vermikulit je hidratizirani Mg - Al - Fe silikat. Je mineral gline, ki nastaja s preperevanjem minerala biotita, ob prisotnosti zadostnih količin magnezija. Kristali minerala gline imajo listasto - troplastno zgradbo. Kalij je pri vermikulitu delno zamenjan z magnezijem. Posledica tega je popuščenje čvrstosti med lamelami in tako molekule vode prodirajo v medlamelni prostor.

Vermikulit je izredno lahek material, zadržuje vodo in zrak, ima dobro izravnalno kapaciteto in velike kationsko izmenjalno kapaciteto, postopno oddaja vodo in hranila, pH se ne spreminja oziroma malo. Boljše rezultate daje v mešanici z drugimi substrati, ker sam lahko zadrži preveč vode. Če ga uporabljamo čistega, se lahko po letu dni uporabe njegova struktura spremeni.

Vermikulit, uporaben v vrtnarstvu, je na voljo v različnih granulacijah (Mason, 1990) :

- št. 1: delci premera 5 - 8 mm,
- št. 2: delci premera 3 - 4 mm (standardna velikost),
- št. 3: delci premera 1 - 2 mm,
- št. 4: delci premera 0,75 - 1 mm (za kalitev semen).

2.7.1.3 Perlit

Tako kot vermikulit tudi perlit pridobivamo s pomočjo tehnološkega postopka iz kamnin. Perlit odlično zadržuje vodo, vendar ima boljši odtok kot vermikulit. Lahko uporabljamo čistega ali v mešanici z vermikulitom v razmerju 1 : 1. Perlit ima nevtralen do rahlo kisel pH. Ima slabo puferno kapaciteto in nima kationske izmenjalne kapacitete. Perlit uspešno uporabljamo pri gojenju sadik in potaknjencev.

2.7.1.4 Mivka

Za hidroponsko gojenje uporabljamo granitno ali silikatno mivko (kalcijeva je preveč alkalna). Ker ima majhno površino za vezavo vode, je potrebno pogosto ali stalno namakanje. Mivko pogosto mešamo skupaj s katerim od bolj vodo vpojnih materialov.

2.7.1.5 Kremenčev pesek

Zelo je podoben mivki, le da so delci večji, večinoma v premeru 2 - 15 mm. Slabše zadržuje vodo kot mivka in se zato pogosto uporablja v mešanici z drugimi substrati.

2.7.1.6 Žlindra

Žlindra je porozna vulkanska kamnina. Uporabljajo se delci različnih velikosti, ima dobre fizikalne lastnosti, vendar se pH spreminja od 7 - 10, odvisno od izvora kamnine.

2.7.1.7 Ekspandirana glina

Pridobiva se z mešanjem gline in goriva. Oblikujejo se kroglice željenih velikosti in na visoki temperaturi, gorivo v glineni kroglici eksplodira. Prostornina kroglice se zelo poveča, ker se ekspandira (razširi), v notranjosti pa nastane veliko por, ki se ob namakanju napolnijo z vodo.

2.7.2 Substrati pridobljeni iz sintetičnih materialov

2.7.2.1 Gobaste pene (sponge foams)

Uspešno se uporabljajo za hidroponsko gojenje, vendar so drage. Uporabljajo se predvsem za razmnoževanje rastlin s potaknjenci (Mason, 1990).

2.7.2.2 Ekspandirana plastika (Polistirol)

Material je inerten in poceni, vendar ima številne slabosti: ne zadržuje vode in hranilnih snovi, se hitro suši, je zelo lahek in plava na tekočini, slabo se meša z ostalimi substrati, ne daje dobre opore rastlinam (Mason, 1990).

2.7.3 Organski substrati

2.7.3.1 Žagovina

Žagovino trdega lesa lahko uporabljamo kot substrat za hidroponsko gojenje, vendar jo moramo najprej kompostirati. Žagovine nekaterih dreves z mehkim lesom ne smemo uporabljati, ker vsebuje toksične snovi. Žagovina bora *Pinus radiata* je bila uspešno uporabljena za krajši čas brez predhodnega kompostiranja.

Žagovina, ki ni bila predhodno kompostirana, se bo razkrajala v času rasti rastlin in v tem procesu razkrajanja bodo mikrobi črpali dušik iz hranilne raztopine.

Žagovina ima dobro kationsko izmenjalno kapaciteto, vendar ne tako visoko kot šota.

2.7.3.2 Šota

Šoto sestavljajo delno razgrajeni rastlinski ostanki iz močvirnatih in hladnih območij. Lastnosti šote se razlikujejo glede na nahajališče. Pomembna je tista, ki nastane iz šotnih mahov rodu *Sphagnum* (Mason, 1990).

Šota dobro zadržuje vodo. Ni popolnoma inertna, ker vsebuje nekatera hranila. Šota je največkrat kislja (pH celo do 4,0). Vse šote imajo visoko puferno kapaciteto in visoko kationsko izmenjalno kapaciteto.

Šota je zelo uporabna kot dodatek inertnim substratom, ki imajo nizko kationsko izmenjalno kapaciteto.

2.8 HRANILNA RAZTOPINA

Pri izbiri hranilne raztopine je treba upoštevati specifične potrebe gojene rastline po hranilih, potrebe različnih organov rastlin, spreminjanje potreb glede na starost rastlin, klimatske razmere in uporabljen substrat (Osvald, 1997).

Hranilna raztopina mora vsebovati vse elemente, ki so potrebni za rast in razvoj gojenih rastlin. Pri tem moramo biti pozorni na količine, razmerja in oblike posameznih elementov. Hranilna raztopina mora vsebovati makro elemente (dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij in žveplo) v relativno velikih količinah.

Nujno potrebni, vendar v zelo majhnih količinah, pa so mikroelementi (železo, baker, bor, mangan, cink, kobalt in molibden). Potrebni so tudi kisik, vodik in ogljik, vendar te rastlina pridobiva iz zraka in vode (Osvald, 1997).

Razvilo se je veliko načinov sestave hranilnih raztopin. Ločimo univerzalne hranilne raztopine in tiste, ki so primerne le za določeno vrsto vrtnine. Ne obstaja taka standardna hranilna raztopina, ki bi bila primerna za vse klimatske razmere in za vse rastlinske vrste (Osvald, 1997).

Hranilna raztopina naj ima primeren pH, optimalen za večino vrtnin je 5,5 do 6,5. Hranilno raztopino pripravimo iz lahko topnih soli; za elemente v sledovih pa se priporoča uporaba kelatov. Najprej pripravimo koncentrate hranil. Koncentrat, ki vsebuje kalcij, moramo imeti v posebni posodi, ker s tem preprečimo reakcijo med kalcijevimi ioni in sulfatnimi ter fosfatnimi ioni v težko topne spojine (Osvald, 1997).

Maksimalna trdota vode za hranilno raztopino je 2500 ppm. Trdoto vode povzroča prisotnost magnezijevih in kalcijevih soli. Voda, ki jo uporabljamo v hidroponiki je lahko različnega izvora: destilirana voda, deževnica, rečna, jezerska, potočna ipd. Ne sme vsebovati toksičnih snovi in ne preveč soli. Skupna koncentracija soli v vodi, ki jo uporabljamo za hidroponiko, ne sme preseči vrednosti 0,2 g/l (Osvald, 1997).

Rastlina odvzame hranila iz hranilne raztopine v takem razmerju in v takih količinah, kolikor jih potrebuje. Povečane doze dušika zmanjšajo pridelek in upočasnijo dozorevanje. Večje doze kalija malo pospešijo zgodnost in vplivajo na povečanje pridelka. S kontroliranim zalivanjem lahko dosežemo tudi ugodno razmerje med vegetativnimi in generativnimi fazami rasti. S prekinjanjem cirkulacije lahko izboljšamo cvetenje, z zmanjšanjem namakanja pa zavremo razvoj mladih listov. Prenizka temperatura substrata oziroma hranilne raztopine zelo oteži sprejem vode in hranil preko korenin. Temperatura raztopine naj bo okoli 20° C, oziroma lahko le malo preseže temperaturo zraka. Višje temperature hranilne raztopine povzročajo usedline mineralnih soli. Zelo je pomembna dobra prezračevnost korenin oziroma preskrbljenost s kisikom, zato moramo uporabljati substrate z dobro poroznostjo ali pa tak sistem, ki omogoča prezračevanje hranilne raztopine (Osvald, 1997).

V teku rasti rastlina vpliva na sestavo hranilne raztopine, in sicer z dinamiko odvzema vode in hranil. Če je sprejem obeh komponent enakomeren (optimalni pogoji rasti), se hranilna raztopina po koncentraciji občutno ne menja. Boljši sprejem vode vodi k zvišanju koncentracije hranilnih raztopin, v nasprotnem primeru je reakcija nasprotna. Ugotovili so, da pri neprimerni koncentraciji soli v substratu, rastlina formira večje celice v koreninskem sistemu, kar vpliva na celoten razvoj nadzemnega dela (Leskovec, 1991).

V času obiranja korigiramo sestavo hranilne raztopine tako, da povečujemo dušik in zmanjšujemo kalij. V hranilni raztopini kontroliramo električno prevodnost, vsebnost mikroelementov in pH. Z merjenjem električne prevodnosti določamo skupno koncentracijo soli v hranilni raztopini. Merilec električne prevodnosti lahko povežemo z dozatorjem hranil, ki na ta način dovaja samo toliko hranil, kolikor jih je potrebno (Mason, 1990).

2.9 KONDUKTIVNOST

S konduktivnostjo merimo elektroprevodnost hranilne raztopine. S povečanjem koncentracije hranil se povečuje tudi konduktivnost, ki jo je potrebno uravnati. Rastlinam ustreza različna vrednost elektroprevodnosti, skladno z razvojnimi fazami ter zahtevnostjo gojenih rastlin. Konduktivnost se meri s pomočjo konduktometra. Oznaka elektroprevodnosti je EC, enota je milisiemens na centimeter (mS/cm). Elektroprevodnost se ponavadi meri pri 25° C (Leskovec, 1991).

2.10 REAKCIJA TAL - pH VREDNOST

Reakcijo tal oziroma pH vrednost merimo s pH metrom, in sicer dnevno, lahko pa je tudi avtomatsko kontrolirana. S pH vrednostjo ponazorimo koncentracijo prostih vodikovih ionov v vodi, zemlji in drugih medijih. Merjena je na logaritemski skali z vrednostmi od 0 do 14. Vrednost 7 ponazarja nevtralno reakcijo, višje vrednosti pomenijo bazičnost, nižje pa kislost medija (Mason, 1990).

Pri hidroponskem gojenju je zaželena pH vrednost med 6 in 6,5. Za zniževanje pH vrednosti se uporablja dušikova in žveplova kislina, za zvišanje pH vrednosti pa uporabimo apno. Ko je pH vrednost pod 4 (zelo kisla reakcija), pride do poškodb rastlinskih korenin (Mason, 1990).

2.11 PREHRANA RASTLIN

Rastlina za rast in razvoj nujno potrebuje anorganske snovi. V procesu fotosinteze veže sončno energijo v ATP, ki ga porabi za tvorbo organskih snovi. Pri tej tvorbi potrebuje poleg anorganskih snovi še CO₂ in vodo, ki ju dobi iz zraka skozi listne reže oz. preko korenin, anorganske snovi pa večinoma iz zemlje oziroma substrata, v katerem raste. Določeni ioni (tudi ioni težkih kovin) so nujno potrebni za delovanje nekaterih encimov v rastlinski celici. Korenine črpajo anorganske snovi s koreninskimi laski.

Obstajajo trije dejavniki, ki določajo ali je nek element za življenje nujno potreben za normalno rast in razvoj rastlin ali ne (Alloway, 1990):

- organizem ne more rasti in razviti svojega življenjskega kroga brez zadostne količine tega elementa
- elementa ne more v celoti zamenjati nek drug element
- element ima neposreden vpliv na organizem in sodeluje v njegovi presnovi

Različni avtorji različno klasificirajo posamezne elemente. Tako k mikrohranilom prištevamo Zn, Mn, Cu, Fe, Mo in B. Bergmann (1992) razvršča elemente B, Cl, Mo, Cu, Fe, Mn in Zn za življenje nujno potrebnim elementom, elemente Al, Co, Na, Ni, Si, V in F pa v posebno skupino elementov, ki jih nekateri drugi avtorji zaradi njihovih lastnosti uvrščajo med življenjsko potrebne elemente. Po Allowayu (1990) so poleg C, H, O, N, S in P za rastline nujno potrebni elementi Al, B, Ca, Co, Cu, F, Fe, J, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Rb, Si, Ti, V, in Zn.

Najbolj pogosta delitev elementov je po Mansonu (1990), ki jih deli na:

- makroelemente: dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij, žveplo, kisik, vodik in ogljik (zadnje tri elemente si rastline zagotovijo iz zraka in vode)
- mikroelementi: železo, bor, baker, cink, mangan, kobalt in molibden

Mineralni elementi kot sestavni deli mineralne prehrane v okolju stalno krožijo in spreminjajo obliko. V biosfero vstopajo preko koreninskega sistema rastlin.

Zahvaljujoč veliki površini korenin in njihovi sposobnosti prevzema ionov tudi v majhnih koncentracijah talne raztopine je absorpcija mineralov zelo učinkovit proces (Bergmann, 1992).

Rastline imajo pomembno vlogo pri kroženju ionov (tudi težkih kovin) v prehranjevalni verigi. Rastline zbirajo težke kovine in druge snovi na ali v svojih tkivih in imajo dobro sposobnost prilagajanja spreminjajočim se razmeram v okolju.

Različni tipi tal, rastlinske vrste in rastne razmere različno vplivajo na sprejem težkih kovin v rastline. Poleg tega rastlina iz sprejetih anorganskih snovi s pomočjo energije svetlobe v procesu fotosinteze tvori organske snovi, ki so vir hrane in energije živalskemu svetu.

Mineralne elemente vgradijo celice v svojo zgradbo in glede na to imajo pri tem različne funkcije. Dušik in žveplo sta integralna gradnika beljakovin in potemtakem encimov. Za katalitične reakcije večine encimov je potrebna neproteinska komponenta, ki je lahko koencim, prostetična skupina ali kovina. V nekaterih encimih so prostetične skupine same podobne kovinski komponenti. Večina kovinskih atomov, ki sestavljajo metaloproteine, so tranzitne kovine, ki izvajajo katalitično funkcijo s spremembo valence. Tipičen primer tega sta železo v citokromu in molibden v nitrogenazi.

Vendar v nekaterih encimih (delujejo v katalitičnih funkcijah s formiranjem encim - substrat - kovinskega kompleks (npr.: magnezij v ATP - azi) (Mengel in Kirkby, 1987).

2.11.1 Pomen posameznih elementov - makroelementi

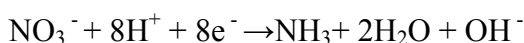
Glavna vloga hranil, kot so dušik, žveplo in fosfor je njihova pomembnost, ki jo predstavljajo kot gradniki pri sintezi proteinov in nukleinskih kislin. Ostala hranila, kot so magnezij in mikroelementi (razen klora) so osnovni gradniki ostalih organskih struktur, še zlasti koencimov, kjer le - ti neposredno ali posredno vstopajo v katalitične funkcije encimov.

Kalij in klor sta edina elementa, ki ne nastopata kot sestavna elementa organskih molekul. Njuna najpomembnejša funkcija je regulacija ozmoze, vpliv na elektrokemijsko ravnotežje celic in vodenje ter reguliranje encimatske aktivnosti. Mikrohranila zaradi majhne koncentracije nimajo neposrednega vpliva na skupno regulacijo osmoze ali na uravnavanje elektrokemijskega ravnotežja (Marschner, 1995).

2.11.1.1 Dušik

Glavna vira anorganskega dušika, katerega rastlina sprejme preko korenin, sta nitrat in amonij. Večina amonija se porabi ali veže v druge oblike že v koreninah. Nitrat je bolj mobilan po ksilemu in se lažje skladišči v vakuolah korenin, poganjkov in skladiščnih organov. Akumulacija nitrata v vakuolah lahko pomembno vpliva na kationsko - anionsko izravnavo ter na regulacijo ozmoze, se posebno pri nitrofilnih vrstah, kot je bela metlika (*Chenopodium album* L.), in na kvaliteto zelenjave in krmnih rastlin. Zato, da bi bil nitrat vključen v organske strukture, je potrebna redukcija v amonijak. Pomembnost porabe in asimilacije nitrata za življenje rastlin je podobno kot je poraba in asimilacija CO₂ pri fotosintezi (Mengel in Kirkby, 1987).

Redukcija nitrata pri večjih kakor tudi pri nižjih rastlinah je podana s sledečo reakcijo:



Za redukcijo nitrata sta potrebna dva encima, in sicer nitrat reduktaza (NR) in nitrit reduktaza (NiR). NiR je monomerični polipeptid z okoli 60 - 63 kDa.

V nasprotju z NR, katera je locirana v citoplazmi, se NiR nahaja v kloroplastih listov, v proplastidih korenin in ostalih ne zelenih tkivih.

V zelenih listih je donor elektronov reduciran feredoksin, prenašalec elektronov iz fotosinteze 1 (PSI). Ne glede na prostorsko ločitev NR in NiR je pravilo, da se nitrit le redko akumulira v nepoškodovanih rastlinah v normalnih razmerah. Izjema tega pravila o sinhroniziranem delovanju teh dveh encimov so koreninski noduli metuljnic (Mengel in Kirkby, 1987).

Dušik je mineralni element, katerega rastline potrebujejo v največjih količinah. Nahaja se v večini celičnih organelov in drugih sestavnih delih, vključujoč aminokislino ali nukleinske kisline. Zaradi tega se znaki pomanjkanja dušika na rastlinah pokažejo izredno hitro. Sprva se na starejših listih pojavi bledikavost in rumenenje (kloroze), kasneje tudi na mlajših listih. Ker so dušikove spojine dobro topne, se premešča iz starejših v mlajše, rastoče liste. Nadaljnje pomanjkanje povzroči sušenje in odpadanje listov. Zato je lahko videz rastline (zlasti paradižnika in nekaterih sort koruze) barvno precej spremenjen. Zaradi tvorbe rdečega barvila postanejo listi, listni peclji in stebila rdeče vijolične barve (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.1.2 Kalij

Kalij je v rastlinah prisoten kot kation K^+ . Je zelo pomemben element pri regulaciji osmotskega potenciala rastlinskih celic. Prav tako aktivira encime, ki vodijo respiracijo in fotosintezo (Taiz in Zeiger, 1998).

Rastline ga sprejemajo preko korenin v obliki kationa K^+ . Sprejemajo ga relativno hitro, prav tako dokaj hitro potuje preko permeabilnih membran. Zadrževanje kalija v celici pa je v največji meri odvisno od negativnega potenciala celice. V kolikor se negativni potencial zmanjšuje, npr. zaradi respiracije, pada tudi kapaciteta zadrževanja kalija v celici.

Dobra permeabilnost membran za kalij je zelo pomembna za različne fiziološke procese, kateri potrebujejo kalij. To so rast meristema, uravnavanje vodnega statusa, fotosinteza in transport snovi na daljše razdalje ter mnoge encimske dejavnosti. Smer transporta kalija je v smeri k mlajšim listom. V primeru pomanjkljive oskrbe se kalij transportira iz starejših k mlajšim listom (Mengel in Kirkby, 1987).

Rastline za rast pridelka običajno porabijo zelo veliko kalija. Pri papriki se z odvzemom plodov pobere največ kalija, katerega je potrebno posevku vrniti. V kolikor je oskrba preslaba, se na rastlinah pokažejo tipični znaki. Prvi znaki pomanjkanja kalija v rastlinah so obrobne kloroze starejših listov. Iz tega se razvije kloroza na vrhu lista in v medžilnem prostoru. Listi se nakodrajo in nagubajo.

Stebila takih rastlin so tanka in olesnela z nenormalno kratkimi internodiji. Pomanjkanje kalija v celici povzroči zmanjšanje turgorja. Poveča se občutljivost na nizke temperature (zmrzali), glivične bolezni in slane rastne razmere. Omeji se tudi rast prevajalnih tkiv (ksilema in floema). Vse poškodbe in netipičnosti na koncu privedejo do manjše tvorbe nove zelene mase, sladkorjev in drugih snovi (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.1.3 Fosfor

Fosfor (kot fosfat PO_4^{3-}) je gradnik številnih pomembnih sestavin rastlinskih celic, vključujoč fosfate sladkorjev kot vmesnih produktov respiracije in fotosinteze ter fosfolipide, ki sestavljajo rastlinske membrane. Prav tako so fosfati sestavni elementi nukleotidov, ki se uporabljajo pri nastanku ATP - ja in NADP - ja ter DNK in RNK.

Rastline lahko sprejemajo fosfor v dveh oblikah, in sicer v PO_4^{3-} in HPO_4^{2-} . V primeru pomanjkanja fosforja se na rastlinah pokažejo tipični znaki pomanjkanja, kamor spadajo zakrnela rast mladih rastlin in temno zelena obarvanost listov, v katerih nastanejo majhni otočki mrtvih celic - nekroze. Podobno kot pri dušiku tudi pomanjkanje fosforja lahko povzroči tvorbo antociana in rdeče - vijolično obarvanost listov, listnih pecljev in stebel. Razlika med pomanjkanjem dušika in pomanjkanjem fosforja je v tem, da rdečenje listov zaradi pomanjkanja fosforja ne spremlja kloroze. Stebla takih rastlin so tanka, vendar še ne olesenela. Zaradi trajajočega pomanjkanja fosforja starejši listi odmrejo in odpadejo. Podaljša se dozorevanje rastlin (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.1.4 Kalcij

Kalcijevi ioni (Ca^{2+}) so potrebni za tvorbo novih celičnih sten in sicer osrednjih lamel. Prav tako sodelujejo pri delitvi mitotičnega vretena pri celični delitvi. Navzočnost kalcija uravnava normalno delovanje celičnih membran. Vključen je pri prenašanju informacij in nastopa kot sekundami prenašalec pri signalih okolja ali delovanju hormonov. Kot sekundami prenašalec je ključni element pri kalmodulinu, to je pri proteinu v citosolu rastlinskih celic. Kalmodulin - kalcijev kompleks regulira mnoge metabolne procese.

Mnoge fiziološke motnje so povezane s pomanjkanjem kalcija v rastlinski celici. Ena najpomembnejših pri pridelavi paprike je trohnenje na muhi ploda, kar občutno poslabša kvaliteto pridelka. Karakteristični znaki pomanjkanja kalcija so nekroze mladih meristemskih tkiv (rastni vršiček korenin, vrh lista). Nekroze se kasneje prenesejo na ostale dele lista proti listnemu peclju. Mladi listi se deformirajo. Koreninski sistem zaradi pomanjkanja kalcija porjavi, korenine so kratke in zelo zveržene. Zaradi močnega pomanjkanja meristemska tkiva predčasno odmrejo (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.1.5 Magnezij

V rastlinski celici ima magnezijev ion (Mg^{2+}) specifično vlogo pri aktivaciji encimov, ki vodijo procese dihanja, fotosinteze in sinteze DNK in RNK. Magnezij je tudi del strukture klorofilne molekule (Taiz in Zeiger, 1998). Posredno vpliva na delež dušikovih ionov v celici.

Pomanjkanje Mg^{2+} zmanjša delež proteinov v celici, zato se količina neproteinskega dušika poveča. Prav tako magnezij stabilizira ribosome, kar je potrebno za sintezo proteinov. Stabilizira tudi matriks v celičnem jedru (Mengel in Kirkby, 1987).

Značilni simptomi pomanjkanja magnezija se kažejo kot kloroze medžilnega prostora lista, ki se sprva pojavijo na starejših listih (magnezij se transportira v mlajše liste).

Kloroze medžilnega prostora se pojavijo zaradi tega, ker klorofil okoli žil ostane nedejaven dlje časa kot v medžilnem prostoru, kjer prej razpade in ti deli lista izgubijo naravno zeleno barvo. Kloroze se nato pojavijo tudi na mlajših listih, listi v celoti postanejo beli in na koncu predčasno odpadejo (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.1.6 Žveplo

Za rastline je najdostopnejša oblika SO_4^{2-} . V rastlinski celici se hitro asimilira (reducira) v organske molekule. Običajno je prva stabilna organska molekula z žveplom cistein, iz katere nastanejo v encimskih procesih druge žveplove molekule. Najpomembnejši sta cistein in metionin. To sta amino kislini, ki se porabljata pri tvorbi beljakovin. Pomembna skupina žveplo vsebujočih sestavin so tudi feredoksini (železo žveplove proteini). Preko teh organskih spojin žveplo uravnava mnoge procese v rastlini (fotosinteza, sinteza beljakovin ipd.) (Mengel in Kirkby, 1987). Na primer tiosulfati pri družini Brassicaceae.

Znaki pomanjkanja žvepla so podobni kot so znaki pomanjkanja dušika. To so kloroze, okrnjena rast in akumulacija antociana. Vendar pa nastanejo kloroze najprej na mlajših listih, saj žveplo nima take sposobnosti remobilizacije v mlajše liste kot dušik. Večje pomanjkanje pa povzroči kloroze tudi na starejših listih (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.2 Mikroelementi

Rastline za normalno rast in razvoj potrebujejo tudi mikroelemente. Ti so v rastlinskih celicah potrebni v zelo majhnih količinah, vendar brez njih rastlina ne more zaključiti življenjskega kroga.

2.11.2.1 Železo

Železo je pomemben element, ki nastopa v encimih za prenos elektronov (redoks reakcije), kot so citokromi.

V tej vlogi se Fe^{2+} reverzibilno oksidira v Fe^{3+} v procesih prenosa elektronov. Železo se potrebuje tudi pri sintezi nekaterih klorofil - proteinskih kompleksov v kloroplastu. V rastlini je slabo mobilno (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.2.2 Bor

Natančna funkcija bora v rastlinskem metabolizmu še ni povsem razjasnjena. Kljub temu raziskave kažejo na to, da igra pomembno vlogo pri podaljševanju celic, pri sintezi nukleinskih kislin, pri delovanju hormonov in pri delovanju membrane.

Bor vpliva tudi na apikalno dominanco, saj pomanjkanje bora povzroči boljšo rast stranskih poganjkov (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.2.3 Baker

Podobno kot železo tudi baker sodeluje v redoks reakcijah ($\text{Cu}^{2+} e^- \leftrightarrow \text{Cu}^+$). Primer takega elektro prenašalca je plastocianin, ki sodeluje pri prenosu elektronov v času svetlobne reakcije fotosinteze (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.2.4 Cink

Mnogo encimov potrebuje cinkove ione (Zn^{2+}) za normalno aktivnost. Cink se pri mnogih rastlinah potrebuje za biosintezo klorofila. Zaradi pomanjkanja cinka so rastline zbite s kratkimi internodiji in rastlina dobi videz rozete. Tudi listi so manjši kot pri normalnih rastlinah. Vzrok temu je zaustavitev sinteze hormona auksina (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.2.5 Mangan

Tudi mangan (Mn^{2+}) aktivira številne encime v rastlinski celici. Mangan je specifičen aktivator encimov Krebsovega cikla (cikla trikarboksilnih kislin), kot so dekarboksilaze in dehidrogenaze. Prav tako je njegova pomembna funkcija v fotolizi vode (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.2.6 Molibden

Molibdenovi ioni (Mo^{4+} in Mo^{6+}) so gradniki številnih encimov. Najpomembnejšo vlogo imajo pri asimilaciji dušika, saj so potrebni za normalno delovanje encimov nitrat reduktaze in nitrogenaze. Zaradi slabšega delovanja encima nitrogenaza v primeru pomanjkanja molibdena lahko pride do motene oskrbe rastlin (metuljnic) z dušikom, saj je motena fiksacija zračnega dušika (Taiz in Zeiger, 1998).

2.11.3 Sprejem in transport ionov

Mineralna hranila v obliki ionov lahko opravljajo svojo življenjsko funkcijo le, če so v rastlinski celici. Do rastlinske celice pa čakajo posamezne elemente večje ali manjše bariere. Prva bariera so korenine s svojimi sposobnostmi in lastnostmi. Že leta 1948 je Hoagland in sod. dokazal s poizkusom z algama iz rodov *Nitella* in *Valonia* selektiven sprejem ionov preko korenin.

Rastline so sprejele le tiste elemente, ki so bili nujno potrebni za rast in razvoj. Opazil je tudi, da so bile koncentracije nekaterih elementov (predvsem kalija) v celičnem soku precej večje kot v raztopini, drugih (npr. natrija) pa manjše. Celica torej aktivno posega v proces sprejema ionov (Mengel in Kirby, 1979).

Rastlina na različne načine sprejema ione; poznamo aktivni in pasivni način sprejema ionov. Pasivni je tisti, pri katerem ioni potujejo od večjega elektrokemijskega potenciala k manjšemu (oziroma od večje koncentracije k manjši), pri aktivnem pa ioni potujejo od manjšega elektrokemijskega potenciala k večjemu (oziroma od manjše koncentracije k večji). Pri slednjem načinu je torej potrebna energija, katero si celica zagotovi iz presnovnih procesov. Ker je naboj celice v primerjavi z zunanjo raztopino negativen, znanstveniki menijo, da se aktivno sprejemajo predvsem anioni, pasivno pa kationi (Furlan, 1981).

Preden pride do absorpcije hranil v celice korenin, morajo hranila priti na površino korenin. To poteka s pomočjo različnih mehanizmov.

Najpomembnejši od mehanizmov je t.i. količinski pretok, kjer hranila potujejo v tekoči talni raztopini in pridejo do korenin. Drug način potovanja hranil na površino korenin je difuzija. To je gibanje hranil od mesta z večjo koncentracijo (mesto razpada mineralov in organske snovi) proti območju z manjšo koncentracijo (okolica korenin). Vendar pa korenine v tleh rastejo in tako tudi same pridejo do hranil. Vsi ti mehanizmi potekajo v tleh ves čas, ko rastlina raste. Glavni pomen tega je oskrba rastline s hranilnimi snovmi.

Danes poznamo dve glavni teoriji, ki poskušata razložiti prehod iona iz raztopine v celico:

- teorija nosilcev in
- teorija ionskih črpalk.

2.11.3.1 Teorija nosilcev

Teorija nosilcev trdi, da obstajajo v membranah nosilci, ki so sposobni navezovati in prenašati ione skozi membrane. Vemo, da je membrana lipidno - proteinske zgradbe; za prenos preko nje morajo biti torej tudi nosilci lipidnega značaja. Nosilec se na notranji strani membrane aktivira z encimom fosfokinazo in fosforilno skupino molekule ATP. Po fosforilizaciji postane nosilec reakcijsko sposoben. Na zunanji strani membrane nosilec veže zanj specifičen ion (selektiven sprejem) in ga prenese v notranjost celice. Tu encim fosfataza odcepi fosforilni ion in nosilec izgubi sposobnost vezave z nošenim ionom, ki se torej odcepi od nosilca. Fosforilna skupina se lahko porabi za sintezo molekule ATP, nosilec pa se s fosforilizacijo zopet aktivira (Mengel in Kirkby, 1979).

2.11.3.2 Teorija ionskih črpalk

Teorija ionskih črpalk predpostavlja, da so v membrani zastopani encimi ATP - aze, ki cepijo molekulo ATP na ADP in fosforilni kation. Kation je v celici nestabilen in reagira z OH ionom iz molekule vode; tvori se $H_3PO_4 \cdot H^+$ ion, ki ostane, se prenese v zunanji medij, s tem pa se celici se zviša že sicer negativni elektrokemijski potencial.

Zmanjšanje elektrokemijskega gradienta med notranjostjo in zunanjostjo celice se ustvari s transportom kationov iz zunanjega medija v citoplazmo. Selektiven izbor kationov zagotavljajo tuneli v membrani, ki jih gradijo makrobiomolekule beljakovin.

ADP, ki je nastal po cepitvi molekule ATP z ATP - azami, reagira s H^+ ionom iz vode in nastane ADP. OH ion, ki ostane, prenese neznani nosilec v zunanji medij, v celico pa vstopi z istim nosilcem selektivno izbran anion (Mengel in Kirkby, 1979).

2.12 TRANSPORT VODE IN IONOV V NADZEMNE DELE RASTLIN

Ko vstopijo ioni in voda v korenino, potujejo iz skorje v centralni del korenin. Od celice do celice se pomikajo skozi plazmodezme, ki povezujejo citoplazme sosednjih celici (simplastna pot), potujejo lahko preko celičnih sten (trans - celična pot) ali ~ medceličnem prostoru (apoplastna pot). Tako dospejo do prevajalne cone in naprej do ksilema stebela. Ioni potujejo po stebelu s hitrostjo okoli 0,5 - 1 m/h. Sosednje celice sproti odvzemajo potrebne ione, tako da se sestava soka ksilema stalno spreminja.

Vstop v celice je tak kot pri vstopu v korenine (aktivni sprejem). Ioni, katerih tkiva oziroma celice ob ksilemu ne sprejmejo, se prevajajo do konca prevodnega celičja. Če je koncentracija teh ionov prevelika, delujejo toksično in posledica tega so razbarvanja in nekroze. Najpogostejši povzročitelji tovrstnih poškodb so težke kovine (Furlan, 1981).

V soku ksilema so zastopani ioni K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , fosfati, nitrati in sulfati, v manjših količinah pa so prisotne še aminokisline, organske kisline in nekateri sladkorji. Koncentracija soka je odvisna od fizioloških potreb rastline in se giblje med 0,1 in 0,4 %. Tako je koncentracija v času cvetenja največja, v obdobju mirovanja pa je bistveno manjša. Pri večletnih rastlinah je koncentracija soka največja spomladi, ko pride do sproščanja rezerv, hormonov ipd. iz korenin. Ksilemski sok ima pH vrednost med 5 in 6. Lahko se dvigne do 140 m visoko pri pritisku 3,5 MPa.

Intenzivnost transporta ionov je odvisna od temperature zraka in hranilne raztopine ter intenzivnosti transpiracije. Manjša intenzivnost transpiracije zmanjšuje translokacijo fosfatov v koruzi, pri tobaku pa so pri manj intenzivni transpiraciji opazili znake pomanjkanja bora. Za transport vode in v njej raztopljenih ionov po ksilemu sta odgovorna transpiracijski tok ter koreninski pritisk (Furlan, 1981).

Na evapotranspiracijo vpliva veliko zunanjih dejavnikov. Najpomembnejši so dejavniki okolja in lastnosti rastline.

Izmed dejavnikov okolja so najpomembnejši:

- osončenost
- vetrovnost
- vlažnost zraka
- temperatura
- stanje tal

Rastline s svojimi lastnostmi vplivajo na ET z (Taiz in Zeiger, 1998):

- velikostjo listne površine • razvojno fazo
- nameščenostjo listov

Poznana sta dva načina transporta vode in v njej raztopljenih snovi po ksilemu. To sta

- transpiracijski tok
- koreninski tlak

2.12.1 Transpiracijski tok

Osnova transpiracijskega toka je najmanjši vodni potencial zraka (-30 MPa) proti vodnem potencialu zemlje. Zaradi tega pride do oddajanja vode v zrak ali do transpiracije ($\Psi_{\text{zraka}} < \Psi_{\text{list}} < \Psi_{\text{korenina}} < \Psi_{\text{tla}}$). Vodni tok je funkcija razlike vodnih potencialov, ki mora upoštevati še upornost, do katere pride pri toku vodne raztopine po ksilemu.

Transpiracijski tok je podvržen kohezijsko - tenzijski teoriji. Gonilna sila za tok vode po ksilemu je podtlak (tenzija), ki nastaja zaradi izhlapevanja vode iz površine celičnih sten mezofilnih celic. Nastajajo mikroskopsko majhni meniski vode, katerih polmer je z večjim izsuševanjem vedno manjši. Temu ustrezno pa narašča negativni tlak ($\Psi_p = -2T/r$). Da je tok pod takšnim podtlakom mogoč, je potrebna posebna anatomski prilagoditev prevajalnih celic. Sekundarne odebelitve celičnih sten omogočajo potrebno mehansko trdnost trahej in traheid (Taiz in Zeiger, 1998).

Voda prehaja iz lista v atmosfero predvsem skozi listne reže. Zaradi tega rastlinske celice odvezajo iz ksilema vodo in v njej raztopljene snovi, to ustvari podtlak v žili, in zato pride do črpanja vode navzgor. Ta podtlak se po žili prenese do korenin, kjer pride do črpanja vode iz okolja. Mehanizem tega transporta je difuzija, osnova pa koncentracijski gradient vodne pare (Taiz in Zeiger, 1998).

Transpiracijo regulira svetloba, koncentracija CO_2 , količina razpoložljive vode ipd. Pri zmanjšanju količine vode nastane abscizinska kislina (ABA), ki povzroči zapiranje listnih rez.

2.12.2 Koreninski tlak

Od koreninskega laska proti prevajalnemu tkivu prehaja voda z ioni po apoplastu, po simplastu ter po trans - celični poti. Na tak način pridejo voda in ioni do endoderma. Pred vstopom v ksilemska tkiva potuje voda z raztopljenimi snovmi skozi t.i. kasparijev trak, ki ga sestavljajo delno suberinizirane celice. Voda potuje skozi te celice po simplastni ali trans - celični poti. Apoplastna pot ni več mogoča. Po prehodu vode in raztopljenih snovi preko kasparjevega traku je transport ionov aktiven.

Pri aktivnem transportu se porabi precej energije in če ima rastlina omejeno fotosintezo (premalo svetlobe), aktivni transport ne poteka. Do endodermisa pridejo voda in ioni zaradi razlik v vodnem potencialu.

Endodermis relativno dobro prepušča vodo (upornost toku vode je majhna), hkrati pa predstavlja oviro za vračanje ionov iz centralnega cilindra v skorjo. To omogoča učinkovit sprejem vode in učinkovito absorpcijo mineralnih hranil. Rezultat omejevanja ionov v centralnem cilindru je tudi koreninski tlak ali pozitivni hidrostatični tlak, saj zaradi večje koncentracije ionov v endodermisu voda pasivno in aktivno vstopa v koreninski sistem.

Koreninski tlak lahko razumemo kot pozitivni hidrostatični tlak v ksilemu. Korenine absorbirajo ione iz okoljske raztopine in jih transportirajo v ksilem. To vodi v povečanje osmotskega potenciala v ksilemu in zaradi tega do zmanjšanja vodnega potenciala. Zmanjševanje vodnega potenciala v ksilemu je gonilo vodne absorpcije, ki v končni fazi pripelje do pozitivnega hidrostatičnega tlaka v ksilemu (Taiz in Zeiger, 1998).

Rezultat zgoraj opisanega je izločanje vode skozi hidatode. Temu pojavu, ki nastane predvsem v razmerah dobre omočenosti okolice korenin in velike relativne zračne vlage, pravimo tudi gutacija (Taiz in Zeiger, 1998).

2.13 KAKOVOST PLODOV PAPIRIKE (*Capsicum annuum* L.)

Kakovost plodov paprike je odvisna od vsebnosti kislin in sladkorjev v plodu paprike. Kisline in sladkorji jim dajo okus in glede na njihovo razmerje plodovi dobijo značilno harmonijo.

Izmed sladkorjev so v plodu paprike najpomembnejši naslednji:

- saharoza
- glukoza
- fruktoza

Najpomembnejše kisline v plodu paprike pa so:

- citronska kislina
- jabolčna kislina
- šikimska kislina
- fumarna kislina

2.13.1 Glukoza

Glukoza je ogljikov hidrat z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. Je monosaharid. Zelene rastline tvorijo glukozo s fotosintezo. Tako rastline kot živali uporabljajo glukozo kot vir energije. Ta energija je rezultat zapletenega sklopa reakcij, v katerih se glukoza razgradi. Rastline skladiščijo glukozo v polimerni obliki - škrobu, živali pa kot polimer glikogen. Glukozi pravimo tudi grozdni sladkor. Imamo jo tudi v krvi, zato ji pravimo tudi krvni sladkor. Nahaja se še v grozdju, sadju, medu. Uporabljajo jo kot sladilo za sadne sokove, bonbone, v zdravstvu za infuzije.

Glukoza je v celici zelo pomembna molekula, saj spremenjena v procesu glikolize vstopa v Krebsov cikel (iz škroba nastanejo molekule glukoza - 1 - fosfata). Glukoza - 6 - fosfat sodeluje pri sintezi celuloze in posredno pri sintezi nukleinskih kislin, energetskih molekul (ATP, NADP ipd.), beljakovin in hormonov. Iz škroba oz. molekul glukoze nastane tudi piruvat, iz katerega nastanejo molekule acetil CoA, ki vstopajo v Krebsov cikel.

Molekule glukoze sestavljajo škrob. Njegova sinteza poteka v levo in kloroplastih iz trioze fosfat (produkti Calvinovega cikla), iz katerih se preko molekul ATP - glukoze sintetizira škrob (Taiz in Zeiger, 1998).

2.13.2 Saharoza

Je ogljikov hidrat z molekulsko formulo $C_{12}H_{22}O_{11}$. Je disaharid (sladkor, ki vsebuje dve monosaharidni enoti), sestavljen iz po ene molekule glukoze in fruktoze. Uporablja se za sladkanje hrane. Pridobivajo jo iz sladkornega trsa in sladkorne pese (Saharoza,2002).

Sinteza saharoze poteka v citosolu. Tudi sinteza saharoze (podobno kot škroba) se začne iz trioze fosfatov, ki morajo iz kloroplastov preiti v citosol. V citosolu se najprej sintetizirajo molekule fruktoze - 1,6 - difosfata, nato fruktoza - 6 - fosfata in preko molekul glukoze - 6fosfata ter glukoze - 1 - fosfata se sintetizira saharoza. Sinteza saharoze in škroba sta konkurenčna procesa v celici, saj porabljata iste začetne molekule. Kateri proces bo potekal (sinteza škroba v kloroplastu ali sinteza saharoze v citosolu) je odvisen od koncentracije ortofosfata v kloroplastu in citosolu. Kadar je koncentracija teh molekul v citosolu velika, se trioze fosfati transportirajo v citosol v zameno za molekule ortofosfata. Tedaj poteka sinteza saharoze. V primeru večje koncentracije ortofosfata v kloroplastu, pa trioze fosfati ostanejo v njem in poteka sinteza škroba (Taiz in Zeiger, 1998).

2.13.3 Fruktoza

Je monosaharid z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. Fruktoza nastaja pri pentoza fosfatni poti višjih rastlin. Vir energije (elektronov) je glukoza - 6 - fosfat, iz katere nastane ribuloza - 5 fosfat in dve molekuli NADPH ter molekula CO_2 . Ribuloza - 5 - fosfat vstopa v pentoza fosfatno pot, katere produkt so molekule fruktoze - 6 - fosfata, iz katerih se razvijejo molekule fruktoze (Taiz in Zeiger, 1998).

2.13.4 Citronska kislina

Citronska kislina (po IUPAC nomenklaturi 2 - hidroksi - 1,2,3 - propantrikarboksilna kislina, v ang. citric acid) se nahaja v obliki brezbarvnih kristalov prijetnega, kislega okusa. Je ena od najbolj razširjenih kislin v naravi, saj jo najdemo v različnih sadežih:

- limonah,
- borovnicah,
- malinah.
- ananasu,
- pa tudi v mnogih živalskih tkivih.

V organizmu deluje antirahitično, saj omogoča sprejemanje kalcija. Uporabljajo jo v živilski in farmacevtski industriji. Njena kemična formula je $C_6H_8O_7$ (Citronska ..., 2006).

Citronska kislina je pomembna za sintezo kelatov, saj tvori topne komplekse s kationi, kot sta železo in kalcij. Je najpomembnejši kelator, ki ima pomembno vlogo pri sprejemu železa in njegovem transportu po ksilemu. Sinteza citrata poteka v TCA ciklu iz acetyl CoA (Taiz in Zeiger, 1998).

2.13.5 Jabolčna kislina

Jabolčna (malična) kislina se porablja za sintezo malata in tako posredno sodeluje pri mnogih procesih v celici (TCA cikel, sinteza citrata, poraba piruvata ipd.). Je ena od mnogih alfa hidroksi kislin, ki jih lahko najdemo v plodovih sadja in zelenjave. Ima pomembno vlogo pri pridobivanju energije v telesu in preprečuje poškodbo sistema za prenos kisika v mišice. Po IUPAC nomenklaturi se imenuje 2 - hidroksibutanedioična kislina (Chemical..., 2002).

2.13.6 Fumarna kislina

Ena od kislin, ki se pojavlja v plodovih paprike, je tudi fumarna kislina, katere lastnosti so opisane na spodnji sliki. Po IUPAC nomenklaturi je to trans - 1,2 - etilendikarboksilna kislina (Yongsan, 1999). V metaboličnih procesih je pomembna za sintezo etilena, ki pospešuje dozorevanje plodov. Prav tako posredno sodeluje pri sintezi nekaterih hormonov (avksin) (Taiz in Zeiger, 1998).

2.13.7 Šikimska kislina

Šikimska kislina nastaja v procesih glikolize iz molekul fosfoenopiruvata. Porablja se za sintezo molekul triptofana (iz katerih nastaja IAA), tirozina in fenilalanina. Iz vseh teh molekul pa lahko poteka sinteza alkaloidov, flavonoidov, proteinov in prekurzorjev za lignin (Taiz in Zeiger, 1998).

Pot šikimske kisline je ključnega pomena za sintezo aromatičnih aminokislin (triptofan, fenilalanin, tirozin). Začetek sinteze je kondenzacija tetroze - 4 - fosfata (iz pentoze fosfatne poti) in fosfoenol piruvata (iz glikolize).

Produkt teh molekul je vmesni produkt šikimat s fenolnim obročem in strukturo, karakteristično za aromatične aminokisline. Kombinacija z molekulami fosfoenolpiruvata vodi k sintezi fenilalanina in tiroziona ali triptofana (Shikimic ..., 2002).

2.14 ANALIZA VZORCA - KROMATOLOGRAFIJA

Kromatografijo je prvi uporabil ruski botanik Cvet v začetku dvajsetega stoletja za ločitev listnih barvil. Ker je ločeval obarvane spojine, je tehniko ustrezno imenoval (gr. hroma barva, *grafein* - pisati). Po Cvetu je šla tehnika za nekaj časa v pozabo, dokler je niso ponovno uporabili v času okoli druge svetovne vojne. Od takrat je njen razvoj silovito napredoval, tako da je to danes najpomembnejša tehnika analize. Njena moč je v veliki sposobnosti ločevanja spojin, kar omogoča analizo tudi zelo kompleksnih vzorcev. Omogoča ločevanje različnih snovi, od slabo polarnih organskih spojin do anorganskih soli in ionov, sintetičnih polimerov, beljakovin in nukleinskih kislin (Dolenc, 2002).

Kromatografija je tehnika ločevanja snovi, ki temelji na različni hitrosti potovanja spojin skozi kromatografsko sredstvo.

Kromatografski sistem sestavljata dve fazi (Dolenc, 2002):

- stacionarna, ki miruje
- mobilna, ki potuje po stacionarni.

Mobilna faza pri kromatografiji je lahko tekoča ali plinasta, stacionarna pa trda ali tekoča. Kromatografsko sredstvo (stacionarna faza) je lahko napolnjeno v kolono ali pa naneseo, v obliki debelejšje ali tanjše plasti na stekleno ploščo. Namen ločbe je lahko analiza ali pa ločevanje spojin v preparativne namene. Glede na vso to raznolikost obeh kromatografskih sredstev, procesov, ki pri tem potekajo, in instrumentacije, je zelo težko narediti enoten pregled čez vse metode. Spodnja slika prikazuje možno razdelitev kromatografskih metod. Delitev na različnih nivojih temelji na različnih kriterijih (Dolenc, 2002).

Uporaba instrumentalnih kromatografskih tehnik se močno širi tudi zaradi vse večje avtomatizacije dela. Kromatografu lahko pripravimo nekaj deset vzorcev, ki jih bo enega za drugim analiziral brez prisotnosti analitika. Z avtomatizacijo se poveča izkoriščenost aparatov, zmanjšujejo se možnosti napak in povečuje se ponovljivost.

Reševanje kromatografskega problema lahko, ne glede na uporabljeno tehniko, razdelimo na naslednje faze (Dolenc, 2002):

1. izbira kromatografske tehnike (najpogosteje tankoplastna, tekočinska (HPLC) ali plinska kromatografija)
2. iskanje oz. optimizacija pogojev ločbe (iskanje primerne kombinacije stacionarne in mobilne faze pri tekočinski ali temperature pri plinski kromatografiji)
3. identifikacija sestavin zmesi (kvalitativna analiza)
4. kvantitativna analiza (določitev količine oz. koncentracije posameznih sestavin zmesi)

2.14.1 Izbira kromatografske tehnike

Taje odvisna od narave vzorca, opremljenost laboratorija in ciljev, ki jih želimo pri analizi doseči. Za kvantitativno delo sta bolj primerni instrumentalni tehniki, to sta plinska in tekočinska kromatografija (HPLC). Za kvalitativno delo (kadar nas zanimajo zgolj sestavine v vzorcu) pa se uporabi cenejša, manj zahtevna in hitrejša tankoplastna kromatografija. Ta ima prednost tudi takrat, kadar vzorci vsebujejo nečistoče, ki bi lahko poškodovale drago kromatografsko kolono, saj ploščice za tankoplastno kromatografijo po uporabi zavržemo. Pri tankoplastni kromatografiji in HPLC se pojavlja problem detekcije komponent vzorca. Ta največkrat temelji na absorpciji svetlobe v vidnem ali UV - območju, kar lahko opazujemo s prostim očesom ali z ustreznimi napravami. Če spojine ne absorbirajo svetlobe, jih je potrebno pretvoriti v derivate, ki jih lahko opazujemo, ali uporabiti drug način detekcije.

Plinski kromatografi imajo večinoma detektorje, ki so skoraj univerzalni, kar pomeni, da zaznajo praktično vsako spojino, ki pride skozi kolono. Pogoj za uporabo plinske kromatografije pa je dovolj velika hlapnost in temperaturna obstojnost sestavin vzorca. Plinska kromatografija se lahko brez večjih težav uporabi pri spojinah z 20 in celo več ogljikovimi atomi, če ne vsebujejo preveč polarnih skupin (npr. sladkorji). Spojine, kot so sladkorji, se pogosto pretvorijo v hlapnejše derivate (Dolenc, 2002).

2.14.1.1 Plinska kromatografija

To je kolonska tehnika kromatografije, pri kateri je mobilna faza plin, stacionarna pa tekočina ali redkeje trdna snov. Pri plinski kromatografiji se vnese vzorec v nosilni plin preko injektorja, od koder potuje v obliki pare skozi kolono. Hitrost potovanja komponent zmesi je odvisna od porazdeljevanja teh spojin med mobilno in stacionarno fazo. Spojine, ki jih hočemo ločevati s plinsko kromatografijo, morajo biti hlapne (Dolenc, 2002).

Kot nosilni plin se največkrat uporabljajo plini z majhno molsko maso (helij). Vzorec se v tok nosilnega plina vnaša skozi injektor (ogrevana kovinska cev, ki se nadaljuje v kolono). Kolone modernih aparatov so kapilarne kolone iz kremenčevega stekla. Ločba pri plinski kromatografiji je posledica različnega raztapljanja komponent zmesi (ki potuje skozi kolono v obliki pare) v stacionarni fazi. Na izhodu iz kolone je detektor, ki služi za ugotavljanje prisotnosti spojin v nosilnem plinu (Dolenc, 2002).

2.14.1.2 Tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC)

Pri tej kromatografiji je mobilna faza tekočina (topilo). Spojine potujejo skozi kolono v tekočem stanju (raztopina), zato ni potrebno, da so hlapne. Kromatografska ločba temelji na različnem zadrževanju (retenziji) komponent zmesi na stacionarni fazi. Uporabljena topila morajo biti čista, saj sicer lahko poškodujejo aparaturo. Prav tako topilo ne sme absorbirati UV svetlobe.

Mobilno fazo po aparaturi poganja običajno batna črpalka. V tok mobilne faze se injicira vzorec tik pred vstopom v kolono. Na tem mestu je tudi injektor, ki to omogoča. Kolone za HPLC so cevi, izdelane iz nerjavečega jekla.

Napolnjene so s kromatografskim sredstvom v obliki drobnih delcev. Stacionarna faza je nanosena ali kemijsko vezana na zrnca silikagela. Za detekcijo sestave mobilne faze, ki prihaja iz kolone, se uporabljajo detektorji (običajno fotometrični). Detekcija poteka z UV svetlobo.

2.14.1.3 Planarna (tankoplastna) kromatografija

Med te štejemo tankoplastno (kromatografsko sredstvo je nanoseno na nosilno ploščo iz drugega materiala) in papirno kromatografijo (kromatografsko sredstvo je samostoječa plast). Planarna kromatografija je cenejša od prejšnjih, vendar ni najbolj primerna za kvantitativno delo in avtomatizacijo. Stacionarna faza tankoplastne kromatografije so različna sredstva, nanosena na plošč iz stekla, plastične mase ali aluminija. Razlika v delu med planarno in prejšnjimi metodami je tudi v tem, da pri kolonski tehniki vnesemo vzorec v kolono in ga eluiramo toliko časa, da vse komponente zmesi pridejo iz kolone. Pri planarni pa običajno ne eluiramo spojin s plošče, pač pa pustimo, da fronta topila pripotuje do konca plošče. Spojine pri tem prepotujejo manjšo pot kot fronta topila. Njihovo potovanje izrazimo kot retenzijskim faktorjem, ki je definiran kot količnik poti spojin in poti topila (Dolenc, 2002).

2.14.2 Kvalitativna in kvantitativna analiza

2.14.2.1 Kvalitativna analiza

Ko se komponente zmesi uspešno ločijo, je potrebno določiti, kateri vrh pripada kateri spojini. Identiteta spojin se ugotavlja z ujemanjem njihovih retenzijskih časov ali faktorjev z znanimi spojinami (standardi). V kolikor je ločba dobra in se ve, katere spojine vsebuje vzorec, je potrebno ugotoviti ali kateri vrh ustreza kateri spojini. To se določi s primerjanjem s standardom. S tem se ugotovi, kateri standard se pokriva z določenim vrhom iz kromatografskega vzorca. V primeru, da so vrhovi zelo blizu skupaj, je ujemanje vprašljivo. V tem primeru se vzorcu doda standard in se analiza ponovi. V kromatografu se vidi, kateri vrh se je povečal. S kvalitativno analizo se tako določijo, katere spojine so v vzorcu (Dolenc, 2002).

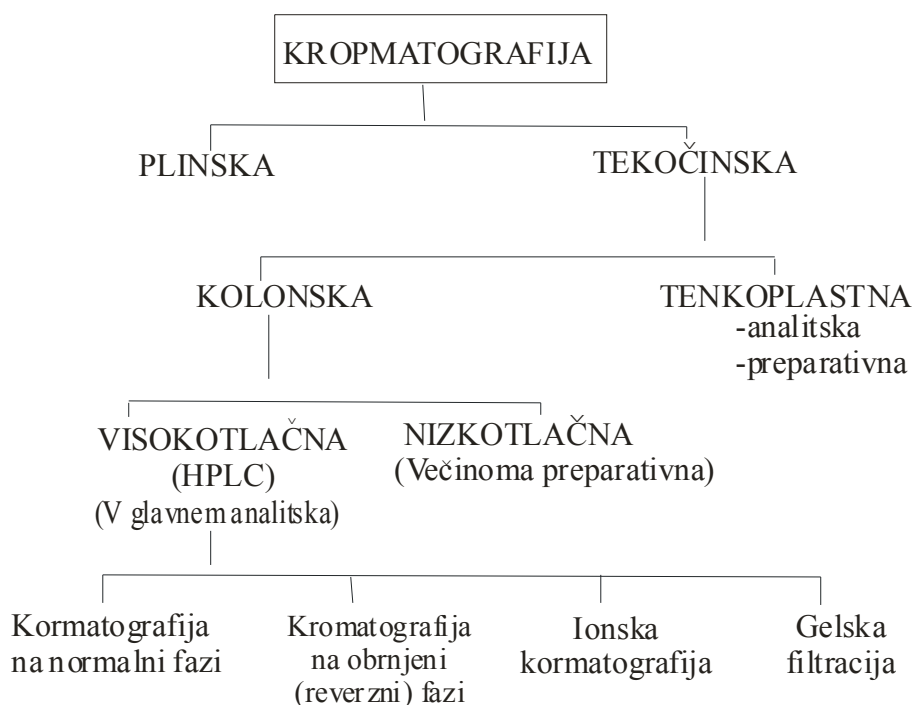
2.14.2.2 Kvantitativna analiza

Spojine, ki prihajajo iz kromatografske kolone, se zaznajo z detektorjem. Signal detektorja je proporcionalen koncentraciji spojine v mobilni fazi in se s časom spreminja tako, kot se spreminja koncentracija eluirane spojine. V idealnem primeru ima obliko Gaussove krivulje, mnogokrat pa je ta oblika popačena. V vseh primerih je kromatografska cona bolj ali manj široka in s tem tudi ustrezno manjša ali večja.

Ploščina lika, ki ga objemata krivulja signala in bazna linija (ploščina vrha) je sorazmerna količini eluirane spojine. V večini primerov je ta odvisnost linearna, včasih pa tudi ne. V takem primeru je potrebno napraviti umeritveno krivuljo.

Kromatografski detektorji se ne odzivajo na vse spojine enako močno. Zaradi tega je potrebno napraviti kalibracijo za vsako spojino posebej, kar se naredi z dodajanjem znanih količin neodvisnih standardov.

S kvantitativno analizo se določi, koliko s kvalitativno analizo dobljenih spojin je v vzorcu (Dolenc, 2002).



Slika 3: Razdelitev kromatografskih metod (Dolenc, 2002)

Figure 3: Distribution of chromatographic methods (Dolenc, 2002)

2.15 GNOJENJE IN PRIDELEK PAPRIKE

Gnojenje močno vpliva na količino in kvaliteto pridelka. To so s svojimi raziskavami doslej potrdili številni raziskovalci.

Nigri in sod. (1997) so preučevali optimalne doze gnojenja z N, P in K ter ugotovili pozitivno korelacijo med večanjem doze gnojenja in količino pridelka; največji pridelek je bil dosežen pri gnojenju s 317 kg N, 47 kg P in 450 kg K na hektar.

Neary in sod. (1995) so ugotovili, da je za maksimalen pridelek potreba po hranilih na ilovnato peščenih tleh večja kot na peščeno ilovnatih tleh. Shrivastava (1996) poroča, da veliki odmerki gnojil, dodani pred presajanjem (300 kg N/ha, 250 kg P/ha, 250 kg K/ha) zadržijo začetek cvetenja paprike, prvi nastavki plodov pa so za 4 - 6 dni poznejši.

Gnojenje s $\text{Ca}(\text{NC})_3)_2$ preko kapljičnega namakalnega sistema pri gnojenju paprike pod nizkimi polipropilenskimi tuneli poveča trzni pridelek in zmanjša poškodbe od sončnega ožiga in suho trohnobo muhe plodov (Aleksander in Clough, 1998). Kitis in Aktas (1997) sta ugotavljala vpliv oblike dušika in gnojenja z Mn na vsebnost vitamina C.

Gnojenje z NH_4 - obliko dušika je zmanjšalo pridelek sveže mase plodov za 76,8 - 84,4 %, gnojenje s 401 ppm Mn je zmanjšalo vsebnost vitamina C, gnojenje z NO_3 - obliko dušika pa je v primerjavi z NH_4 - obliko dalo večjo vsebnost vitamina C.

Belakbir in sod. (1998) so ugotavljali vpliv bioregulatorjev (NAA, GA3, CCC, Biozyme) na pridelek in kakovost plodov paprike. Tretiranje z NAA je dalo največji pridelek tržnih plodov, GA3 je povečal vsebnost vitamina C, Biozyme, GA3 in CCC pa so povečali vsebnost topnih snovi v plodovih. Kadiri (1999) navaja, da aplikacija IAA v koncentracijah 100 in 200 ppm značilno poveča pridelek, indeks listne površine in suho maso korenin paprike.

Kratkotrajno povečanje CO_2 do 1000 ppm poveča neto fotosintezo, stomatalno prevodnost in transpiracijo, nadaljnje povečanje koncentracije CO_2 zmanjša stomatalno prevodnost in transpiracijo, kar se odraža v bolj učinkoviti rabi vode in povečani neto fotosintezi (Zabri in sod., 1998).

2.16 VARSTVO PRED BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI

Poglavje povzeto po viru Fito - info (2005).

2.16.1 BOLEZNI

2.16.1.1 Siva plesen na paradižniku in papriki - *Botryotinia fuckeliana* de Bary/ Fuck.

Bolezenska znamenja in biologija

Gliva povzročiteljica bolezni je polifagna in okužuje številne gojene in samonikle rastlinske vrste. V pridelavi paradižnika dela težave samo v rastlinjakih. Je parazit slabosti in ran. Zaradi povečane zračne vlage, nižjih temperatur, slabe osvetlitve, pretiranega gnojenja z dušičnimi gnojili, postanejo rastline občutljivejše. V takih razmerah prodira gliva preko ran v rastlino. Gliva lahko okuži rastline že v setvenici. Najpogosteje pride do okužbe, kjer smo odstranili zalistnike. Na steblih se pojavijo eliptične pege prekrite s sivorjavo puhasto plesnivo prevleko.

Plodovi se navadno okužijo pri peclju. V tem primeru pride do vlažne gnilobe, ki zavzame večji del ali cel plod. Na okuženih delih se v razmerah velike vlažnosti oblikuje plesniva prevleka. Okuženi plodovi zelo radi odpadajo. Pogosto bolezensko znamenje je tudi srebrnkasta pegavost plodov, ki nastane kot rezultat infekcij s posameznimi trosi glive. Do okužbe pride zgodaj, ko so plodovi še zeleni. Pege se ne povečujejo in na njih se ne oblikuje plesniva prevleka, ker gre za abortirano infekcijo. Srebrnkasta pegavost vpliva samo na tržno vrednost plodov, ne pa tudi na pridelek. Gliva živi kot saprofit na odmrlih rastlinskih ostankih, tako da je vedno na voljo dovolj trosov za izvršitev okužbe, če so le zanje ugodne razmere.

Tudi na papriki povzroča ta bolezen večjo škodo samo v rastlinjakih. Okužuje poganjke in plodove. V pazduhah, kjer izraščajo mladi poganjki in okoli pecljev plodov, se namreč dalj časa zadržuje voda, ki je potrebna za okužbo. Pri jajčevcu so stebela redkeje okužena, pogosteje pa plodovi, največkrat tik po cvetenju ali pa, če se dotikajo tal.

Varstvo:

Odpraviti moramo vse vzroke, ki pospešujejo razvoj bolezni. V rastlinjaku uravnavamo talno in zračno vlago ter temperaturo. Zračna vlaga naj bo čim manjša, temperatura pa optimalna za razvoj rastlin. "Grmičast" tip paradižnika je dosti bolj občutljiv za okužbo s to glivo. Sorte tega tipa so bolj goste in med listi zadržujejo več vlage, ki je potrebna za razvoj bolezni. Redno odstranjujemo ostanke rastlin in vzdržujemo rastlinsko higieno. Če je infekcijski potencial glive velik, po odstranjevanju zalistnikov obvezno tretiramo z enim od priporočenih fungicidov (botriticidi).

2.16.1.2 Bela gniloba - *Sclerotinia sclerotiorum* Lib./Massee

Bolezenska znamenja in biologija

Okužuje številne vrtnine na prostem in zavarovanih prostorih in ni posebej pogosta na paradižniku. Za to bolezen je paradižnik občutljiv v vseh razvojnih fazah. Rastlina začne navadno gniti tik nad zemljo ali pod njo. Na okuženih delih se sprva pojavijo izdolžene vodene pege, ki jih kmalu prekrije gosta snežno bela vatasta prevleka micelija. V njem se prav kmalu oblikujejo za grahovo zrno veliki sklerociji, ki so sprva bele barve, nato pa počrnijo. Rastline slabo uspevajo in se posušijo. Sklerociji se oblikujejo tudi v votlem stebelu. Z njimi se gliva zelo dolgo ohranja v tleh (tudi do 10 let). Gliva se lahko širi na spolni in nespolni način, vendar je za naše razmere in predvsem za zavarovan prostor pomemben le slednji. Po mojih izkušnjah gliva oblikuje spolna trosišča (apotecije), le če doživi prehranski, vodni ali temperaturni stres, največkrat pa je vzrok v sovpadanju vseh treh dejavnikov. Paprika je zelo občutljiva za okužbo s to glivo. Bolezen lahko povzroča škodo tako v setvenici kot tudi po presajanju. Navadno začno rastline gniti tik nad tlemi, na okuženem delu se kot pri paradižniku pojavi gosta plesniva prevleka. Okuženo tkivo gnije in rastline kmalu propadejo. Pogosto se v notranjosti stebel oblikujejo sklerociji.

Varstvo

Za zmanjšanje infekcijskega potenciala glive je najbolj učinkovit zelo širok kolobar. In tu je ravno težava. Gliva okužuje več ali manj skoraj vse vrtnine, tako da se lahko ohranja v tleh vrsto let. V primeru paradižnika ne dela težav, če ni izrazito velike zračne vlage, primerne toplote in vremensko pogojene slabe osvetlitve. Omenjeni dejavniki so odločilni za večji pojav te bolezni. Okužene rastline ob pojavu bolezni skupaj s sklerociji glive takoj odstranimo in sežgemo, mesta, kjer so rasle okužene rastline, zalijemo s fungicidi, ki delujejo proti glivam iz rodu *Sclerotinia*.

2.16.1.3 Gniloba plodov paprike - *Phytophthora capsici* Leonin

Bolezenska znamenja in biologija

Če pride do okužbe nasada, obolele rastline poležejo kot pokošene. Poleg paprike gliva okužuje še paradižnik in jajčevac ter nekatere druge vrtnine. V setvenicah povzroča venenje in sušenje sejancev. Če se okužijo že presajene sadike, se na pritlehnem delu stebela pokažejo vodene pege, ki zelo hitro počrnijo. Te s časom objamejo celo steblo, nakar se začno gornji deli rastline naglo sušiti.

Gliva izvrši okužbe tudi v pazduhah stranskih vej in listov, kjer se pojavijo temnočrne lise. V pazduhah se namreč dalj časa zadržuje voda, ki je potrebna za okužbo. Najznačilnejša bolezenska znamenja so na plodovih. Navadno jih gliva okuži preko pecljev.

Plodovi postanejo najprej temnozeleni, vodeni, meso izgine in na koncu ostane na plodu samo prozorna pergamentna kožica. Micelij glive prodre tudi v seme. V vlažnem vremenu plodovi gnijejo in na površini opazimo belkasto plesnivo prevleko.

Na listih se oblikujejo nekrotične pege, ki so v vlažnem vremenu prekrte s plesnivo prevleko. Pri jajčevcu so simptomi na koreninskem vratu podobni kot pri papriki.

Okužuje še nedozorele plodove, ki se dotikajo tal ali so blizu njih. Gliva je termofilna in optimalna temperatura za njen razvoj je nad 25° C. Ohranja se v tleh v obliki micelija in oospor na odmrlih rastlinskih ostankih. Voda je glavni prenašalec glive. Primarna okužba se izvrši na koreninah ali koreninskem vratu, nadzemne dele pa okužijo zoospore v deževnem vremenu ali pri zalivanju. Na prostem se bolezen pojavlja v večjem obsegu poleti v nasadih, ki jih namakamo.

Varstvo

Papriko pridelujemo v čimbolj pestrem kolobarju. Za setev uporabljamo zdravo in razkuženo seme. Substrat v setvenici razkužimo, po pikiranju rastlinice zalijemo s primernim fungicidom (npr. pripravki na podlagi propamokarba).

2.16.1.4 Paradižnikov mozaik, mozaik na papriki - *Tobacco mosaic virus*

Bolezenska znamenja in biologija

Na paradižniku in papriki so bolezenska znamenja odvisna od občutljivosti gostiteljske rastline, seva virusa, časa okužbe in ekoloških razmer. Na paradižniku povzroča virus najpogosteje svetlo do temnozelen mozaik na listih, listne ploskve so nekoliko namehurjene, najmlajši listi pa iznakaženi (postanejo ožji in šiljasti oz. nitasti). Nekateri sevi lahko povzročijo tudi nekroze na listih. Negativni vpliv bolezni na pridelek je največji takoj po okužbi, pozneje lahko dajo rastline skoraj normalen pridelek. Pri papriki okužene rastline zaostajajo v rasti. Na listih se v nekaterih primerih pojavijo mozaične pege in nabrekline, v drugih listi rumenijo vzdolž žil in odpadajo. Plodovi so majhni in po površini navadno plutasti. Virus se izredno hitro prenaša z dotikom. Pri obdelavi (okopavanje, pinciranje, privezovanje) se virusi z orodjem, rokami, obleko, prenašajo iz rastline na rastlino. Virus je zelo obstojen in se lahko prenaša na površini semen. Glavni vir okužb pa so okuženi rastlinski ostanki v tleh.

Varstvo

Seme površinsko razkužimo (npr. 2 % NaOH za 10 minut). Po tretiranju moramo seme sprati in posušiti. Z vodno paro razkužimo substrat v setvenici. Okužene rastline takoj odstranimo iz nasada. Če obdelujemo nasad (pinciranje, rezanje) moramo orodje razkuževati oziroma roke pogosto umivati z milom. V rastlinjakih tudi ne kadimo, da virus iz ogorkov ne bi prišel na rastline.

2.16.2 ŠKODLJIVCI

2.16.2.1 Rastlinjakov ščitkar - *Trialeurodes vaporariorum*

Opis

Odrasli osebki (imagi) merijo od 1,2 - 1,5 mm. Imajo 4 ovalna krilca, prekrita z nežnimi voskastimi spiralami, ki dajejo živalicam snežno bel videz. Jajčeca so ovalna, sprva rumena, v dveh dneh pa postanejo črna. V dolžino merijo 0,2 - 0,25 mm. Ličinke novo izvaljene (L1) generacije so ploščate, dolge 0,3 mm, svetlo zelene barve z bistro rdečimi očmi. So gibljive. V stadiju L2, ko merijo 0,38 mm v dolžino, postanejo negibljive. V stadiju L3 so negibljive, merijo 0,58 mm. Pupariji so zadnja razvojna faza, najprej zelenkasti, potem beli do sivo beli, merijo 0,7 - 0,8 mm.

Razširjenost

Po poreklu je žuželka iz Srednje Amerike. Pred 130 leti je prenesena v Vel. Britanijo. Leta 1926 je pritegnila pozornost, ko se je prav tam namnožila na paradižniku. Sedaj je razširjena in poznana širom po svetu, predvsem v rastlinjakih in njihovi okolici. V toplotno ustreznih območjih je tudi na prostem npr. v Sredozemlju in drugod. V Sloveniji se širi in vzdržuje predvsem v rastlinjakih in plastičnjakih z nekaterimi vrtninami npr. paradižnik, jajčevci in okrasnicami, najdemo pa jo tudi v trgovinah z okrasnicami, kamor je lahko zanesena in posledično prehaja tudi v domove in poslovne prostore.

Gostiteljske rastline:

Poznanih je okrog 274 vrst rastlin gostiteljic iz 81 družin. To so Amaryllidaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Crossulaceae, Euphorbiaceae - le sukulentne, Liliaceae, Orchidaceae, Palmae, Stapeliaceae. Med posameznimi okrasnicami pa so posebej izpostavljene: Ageratum, Fuchsia, Hibiscus, Calceolaria, Gerbera, Dianthus, Cyclamen, Begonia itd. Potem so vrtnine kot npr. paradižnik, kumare, jajčevci.

Škoda

Odrasli osebki in ličinke sesajo rastlinske sokove. Listi rumenijo. Še bolj škodljiva pa je medena rosa, ki jo izločajo tako odrasli osebki kot ličinke, skozi posebno odprtino. Izmetavajo jo daleč stran od sebe ter odrasli okrog 10 kapljic/uro. Na medeno roso pa se naselijo in na njej uspevajo glivice, ki povzročajo sajavost rastlin. Plesniva prevleka ovira fotosintezo pri rastlinah, zaradi nje pa so tudi napadene rastlina grdega videza, prav tako pa tudi plodovi. Škoda pri vrtninah se odraža tudi v manjšem pridelku. Rastlinjakov ščitkar povzroča škodo še posredno, ker prenaša rastlinske viruse.

Razvojni krog

Razvojni krog poteka v celoti na gostiteljski rastlini. Samica odloži jajčeca na komaj razprte mlade liste s spodnje strani. V času ovipozicije ima sesalo zabodeno v listni tkivo, zadek pa vrti v krogu in tako odlaga jajčeca v krogu. Jajčeca so na kratkih pecljih. Vsaka samica odloži 50 - 150 jajčec.

V prvem larvalnem stadiju (L1) so ščitkarji gibljivi, gibljejo pa se le na kratke razdalje nekaj milimetrov, nakar se pritrdijo, noge jim zakrnijo. Sledita negibljivi fazi L2 in L3 in faza puparija, ki pa se le sprva še hrani. Značilno za puparij je, da ima na hrbtni strani 11 izrastkov. Iz puparija izleti odrasla žival, na pupariju pa ostane zarez v obliki črke T. Razmnoževanje je spolno ali pa tudi jalorodno. Trajanje razvoja je odvisno od temperature v okolju, prav tako tudi od življenjske dobe imaga. Pri temperaturi 22 - 25° C traja razvoj ene generacije 21 - 28 dni, odvisno tudi od gostiteljske rastline. V naših razmerah prezimi v rastlinjakih.

VARSTVO

Za spremljanje pojava služijo rumene lepljive plošče in za ulov majhne začetne populacije odraslih. Biotično varstvo, ki se prakticira s pomočjo najezdnic *Encarsia formosa* Gahan trenutno pri nas še ni uresničljivo. Med kemičnimi sredstvi ima 10 aktivnih snovi dovoljenje za zatiranje ščitkarja. Zaradi povoskanega ovoja, ki obdaja ličinke večina med njimi ni dovolj učinkovita. Najuspešnejša med njimi sta buprofezin in sulfotep, ki pa je za splošno dezinfekcijo. Veliko pozornosti je treba nameniti rastlinski higieni t. j. stalnim vizualnim pregledom, odstranjevanju in uničenju vseh naseljenih rastlinskih ostankov vključno s pleveli. Preprečevati je treba vnos žuželk od zunaj prek sadik in drugega rastlinskega materiala.

2.17 ZGODOVINA RAZISKAV

Na področju vsebnosti sladkorjev in kislin v plodovih paprike, do sedaj ni bilo razsežnejših raziskav. V strokovnih zbirkah ni raziskave, ki bi se dotikala omenjene tematike. Najbližje jo je leta 2003 v svoji magistrski nalogi opisal Podgoršek (2003). Poizkus je vključeval le hibrid 'Bianca F1'. Gojil ga je v loncih, katerih substrat je bila žagovina z glinoporjem. Osredotočil se je na vpliv koncentracije hranilne raztopine na kvantitativne (masa pridelka, število plodov, število cvetov, število vrhov) in kvalitativne (vsebnost sladkorjev in kislin) lastnosti pridelka. Za raziskavo je uporabljal 4 različne koncentracije hranilne raztopine in sicer (0,5), (1,0), (1,5) in (2,0) (g hranila/1 vode).

Ugotovil je, da so največjo maso in največ plodov razvile rastline, ki jih je gojil na koncentraciji 1 g hranila/1 vode. Največje število cvetov so razvile rastline, ki jih je zalival z 1,5 in 2,0 g/l, vendar so imele najmanjši pridelek.

Omenil bi še raziskavo, ki jo je izvedel Osvald s sodelavci (2001), na paradižniku, kjer so raziskovali vsebnost sladkorjev in organskih kislin. Paradižnik so gojili na aeroponski način pri različnih gostotah zasaditve.

Ugotovili so, da se povprečne vsebnost sladkorjev in kislin in večja masa pridelka, se ne spreminjata glede na gostoto zasaditve.

3 MATERIAL IN METODE DELA

Poizkusni del raziskave je potekal v steklenjaku na poizkusnem polju Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Laboratorijski del pa v laboratorijih na Biotehniške fakultete oddelka za Agronomijo, Katedre za Vrtnarstvo. Poizkus smo izvajali v letu 2004 - 2005.

3.1 MATERIAL

Izbrali smo sledeče materiale:

- poizkusne rastline paprike *Capsicum annuum* ‘Bianca F1’, ‘California Wonder’ in ‘Kapia’
- lonce za izvedbo poizkusa
- gnojila za pripravo hranilne raztopine
- merilne naprave
- naprave za kemično analizo plodov
- substrati

3.1.1 Opisi sort paprike

V raziskovalne namene smo izbrali rastlino paprika. Pri poizkusu smo uporabili dva tipa plodov in sicer tip babure (sorti ‘Bianca F1’, in ‘California Wonder’) in koničast tip (sorta ‘Kapia’).

3.1.1.1 Sorta ‘Bianca F1’

Zgoden hibrid bele babure, velja v Sloveniji za standard kakovosti paprike za vzgojo na prostem in v nizkih tunelih. Rastlina je nizke rasti, kompaktna in zato stabilna pri vzgoji na prostem. Odlikuje jo zelo dobra rodnost tudi v manj ugodnih vremenskih razmerah (visoke temperature, pomanjkanje svetlobe). Plodovi so lepe štiri prekatne oblike, mase 150 - 200 g, svetlo voščeno rumene barve in vedno prepoznavni na tržišču kot visoko kvalitetni. Ko plod doseže fiziološko zrelost, preide v rdečo barvo.



Slika 4: Plod sorte ‘Bianca F1’

Figure 4: Pepper fruit of cv. ‘Bianca F1’

3.1.1.2 Sorta 'California Wonder'

To je sorta zelene babure. Če v Sloveniji velja 'Bianca F1' za standard kakovosti bele (rumene) paprike, velja 'California Wonder' za standard kakovosti zelene paprike. Rastlino odlikuje nizka kompaktna rast, ki se pokaže za prednost pri gojenju na prostem. Plodovi so nekoliko večji od nekje 150 – 250 g. Barva plodov pri fiziološki zrelosti je rdeče barve.



Slika 5: Plod sorte 'California Wonder'

Figure 5: Pepper fruit of cv. 'California wonder'

3.1.1.3 Sorta 'Kapia'

Sorta koničastega tipa plodu paprike. Barva samega plodu pri tehnološki zrelosti je zelene barve, katerih je masa od 30 do 45 g. Rastlina je nizke rasti, kompaktnega izgleda. Barva plodov pri fiziološki zrelosti je rdeče barve.



Slika 6: Plod sorte 'Kapia'

Figure 6: Pepper fruit of cv. 'Kapia'

3.1.2 Lončni poizkus

Za izvedbo poizkusa smo uporabili lončni poizkus.

3.1.2.1 Priprava posod

Za poizkus smo uporabili okrogle posode velikosti 12 l, premera 25 cm in višine 25 cm. Uporabljen posode (lonci) so bili iz plastike in so črne barve. Polovico loncev smo napolnili z vermikulitom, drugo polovico pa s šoto. V vsak lonec smo posadili po eno rastlino, ki je imel odprtine na dnu iz katerih je odtekla odvečna hranilna raztopina v podstavek, v katerem se je zbirala.

3.1.3 Priprava hranilne raztopine

V poizkusu smo uporabili različno koncentrirano hranilno raztopino. Za samo pripravo hranilne raztopine smo uporabili gnojilo Kristalon primerna za hidroponsko gnojenje (podjetja Hydra iz Nizozemske). V prvi fazi smo uporabljali gnojilo z razmerjem 19+6+20+3+Micro, v drugi fazi z razmerjem 18+18+18 in v tretji fazi 6+12+33+3. Podrobna sestava hranila uporabljenga v prvi fazi je v prilogi C.

Dognojevali smo z gnojilom, v koncentraciji 0,8 g hranila/1vode, z razmerjem 12-0-43 +MgO.

Značilnost teh gnojil je, da so namenjena za hidroponsko gojenje zelenjave in imajo že pripravljeno in uravnoteženo sestavo posameznih hranil. Hranilno raztopino smo predhodno pripravil v treh velikih posodah. Volumen posamezne posode je bil 100 l. Koncentracije hranilne raztopine so bile 1, 2 in 3 g gnojila/1 vode. Z uporabo že pripravljenih gnojil smo prihranili na času in zmanjšali možnost napake pri pripravi hranilne raztopine.

Tako smo, na primer, v 100 l posodi v prvi fazi pri koncentraciji 1 g hranila /1 vode, pripravili hranilno raztopino, ki je vsebovala 19 g skupnega dušika, 6 g fosforjevega petoksida (2,6 g fosforja) in 20 g kalijevega oksida (16,6 g kalija). Količina vnosa posameznih elementov v rastlino se spreminja s koncentracijo gnojenja in s preminjanjem sestave hranila.

Samo gnojilo je vodotopno in vsebuje tudi mikroelemnte v kelatni obliki (EDTA).

Same rastline smo dognojevali še s posebno dušikovo hranilno raztopino, ki smo jo vedno pripravili svežo in sicer v koncentraciji 0,8 %. V 10 l zalivalki smo dali 8 g dušikovih gnojil. V 10 l smo pripravili hranilno raztopino, ki je vsebovala 0,96 g skupnega dušika in 3,44 g kalijevega oksida.

V poizkusu smo uporabili naslednja gnojila:

- Kristalon (priloga C)
- Hydra

3.1.4 Oprema za merjenje

Pri obiranju smo merili maso plodov.

3.1.4.1 Naprave za merjenje

- natančna elektronska tehtnica
- EC meter

3.1.5 Oprema za kemično analizo plodov

Za kemično analizo plodov smo uporabili kromatografsko metodo in sicer tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti, za kar smo potrebovali HPLC sistem.

HPLC sistem je sestavljen iz :

- črpalke
- injektorja
- kolone
- detektorja

Črpalka je potrebna za črpanje tekočinske (mobilne faze) in potiskanje le - te skozi ostale komponente. Običajno uporabljene črpalke so batne in sicer z dvema batoma, ki se gibljeta, da je eden v sesalnem, drugi pa tlačnem hod. S tem se zagotovi enakomeren tlak ves čas delovanja (Dolenc, 2002).

Vnos vzorca v tok mobilne faze pred kolono omogoča injektor. Zaradi visokih tlakov, ki nastopajo v tem delu aparature, vzorca ni mogoče vbrizgati direktno. Zato so izvedbe injektorjev različne (injeciranje preko zanke), predvsem pa take, da to omogočajo nemoten tok.

Injektor ima cevno zanko z določenim volumnom, v katero se v prvi fazi vbrizga vzorec. Položaj preklopnika je polnjenje. V tem položaju so povezave v injektor take, da teče preklopnik zasuka v položaj injeciranje, začne teči topilo iz črpalk preko zanke v kolono in tako pride do vnosa vzorca v kolono (Dolenc, 2002).

Kolone za HPLC so cevi, izdelane iz nerjavečega jekla z notranjim premerom 2 - 5 mm in dolžine 5 - 25 cm. Napolnjene so s kromatografskim sredstvom v obliki drobnih delcev (od 3 – 10 μ m). Stacionarna faza je nanešena ali kemično vezana na zrnca silikagela (Dolenc, 2002).

Detektor služi za spreminjanje sestave mobilne faze, ki prihaja iz kolone. Najbolj razširjeni so fotometrični detektorji, pri katerih se največkrat uporablja UV svetloba valovne dolžine 220 in 300 nm (Dolenc, 2002).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zasnova in izvedba poizkusa

3.2.1.1 Zasnova poizkusa

Poizkus je potekal v rastlinjaku na Biotehniški fakulteti, Oddelka za agronomijo. Zasnova poizkusa je vsebovala dve ponovitvi.

Poizkus je bil zastavljen, kot lončni poizkus na rastlinah paprike. Uporabili smo tri različne sorte paprik na dveh različnih substratnih medijih. Rastline smo oskrbovali s hranili preko hranilnih raztopin, ki so pa bile treh različnih koncentracij.

Vsako obravnavanje je imelo po tri ponovitve. Tako smo imeli pri poizkusu 54 rastlin in še 12 rastlin v rezervi.

Želeli smo poiskati odgovore na vprašanje o vplivu koncentracije hranilne raztopine in medij gojenja na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike. Imeli smo tri različne koncentracije hranilne raztopine in sicer 1, 2 in 3 g hranil/l vode. Pogostost zalivanja smo prilagajali potrebam rastlin in meteorološkim informacijam.

3.2.2 Časovni potek

Vsi poizkusi so bili narejeni v rastlinjaku. Rastline paprike so bile predhodno že vzgojene in v vitalnem stanju za izvedbo načrtovanega poizkusa.

Poizkus se je začel 5.10. in trajal do 24.12. 2004, drugi dela pa od 1.3. do 30.6. 2005.

3.2.3 Izvedbe meritev

3.2.3.1 Meritve v hranilni raztopini

Hranilno raztopino smo pripravljali v sodu. Ob vsaki menjavi smo v njej izmerili pH vrednost in elektrokonduktivnost (EC). Hranilna raztopina ni krožila, zato so rastline vsakič dobile (glede na obravnavanje) določeno koncentracijo.

Merjenje pH in EC smo opravili s prenosnim pH oziroma EC metrom.

3.2.3.2 Meritve na rastlini

V času trajanja poizkusa smo s tehtanjem, štetjem in analiziranjem na posameznem vzorcu določili parametre mase, število plodov in vsebnost kislin in sladkorjev.

3.2.3.3 Kemična analiza plodov

Pri kemični analizi so nas zanimala količine sladkorjev (glukoze, fruktoze in saharoze) in organskih kislin (jabolčna, citronska, šikimiska in fumarna kislina). Kemično analizo pripravljenih vzorcev smo opravili s HPLC metodo.

3.2.3.4 Priprava vzorcev za analizo

Iz vsakega obravnavanja smo vzeli po tri vzorce plodov, skupaj 54 vzorcev. Plod smo dvakrat prečno (ekvatorialno) prerezali, tako, da smo dobili 1 cm debel kolot. Očistili in odstranili semena, narezali in odtehtali od 1 ali 5 g v čašo. Prelili z 20 ali 30 ml bidistilirane vode. Nato vzorec zmeljemo homogenizatorjem in jih pustimo cca. 30 minut za ekstrakcijo kislin in sladkorjev. Po tem vzorce centrifugiramo. Tako pripravljene vzorce še prefiltriramo in vzorec je pripravljen za nadaljnjo analizo.

3.2.3.5 Določanje ogljikovih hidratov s HPLC

Kromatografski pogoji povzeti po Dolenc in Štampar (1997):

- HPLC sistem: Termo Separation (TSP) – binarna črpalka P2000 (Spectra System)
- Avtomatski predvajalnik vzorcev AS 1000 (Spectra System),
- Razplinjevalnik: X-ACT™ Your Research,
- Mobilna faza: bi-destilirana voda,
- Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6ml/min,
- Volumen injeciranja vzorca: 20 µl,
- Analitska kolona: Phenomenex, Rezek 8% Ca.Monos.,
- Delovna temperatura kolone: 65° C (termostat Mistral tip 800, Spark Holland),
- Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10° C,
- Detektor: Shodex RI-71,
- Čas analize vzorca: 60 min,
- Programska oprema: ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000.

Koncentracije topnih sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze) smo izračunali po metodi ekstremnega standarda.

3.2.3.6 Določanje organskih kislin s HPLC

Kromatografski pogoji povzeti po Dolenc in Štampar (1997):

- HPLC sistem: Termo Separation (TSP) – binarna črpalka P2000 (Spectra System)
- Avtomatski predvajalnik vzorcev AS 1000 (Spectra System),
- Mobilna faza: 4mM H₂SO₄,
- Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6ml/min,
- Volumen injeciranja vzorca: 20 µl,
- Analitska kolona: BIO - RAD Aminex HPX – 87H,
- Delovna temperatura kolone: 65° C,
- Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10° C,
- Detektor: Knauer UV - VIS,
- Valovna dolžina: 210nm,
- Čas analize vzorca: 30 min,
- Programska oprema: ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000.

Koncentracije jabolčne, citronske, šikimske in fumarne kisline smo izračunali po metodi ekstremnega standarda.

3.2.4 Statistična obdelava podatkov

Pridobljene podatke meritev in kemičnih analiz smo statistično obdelali s pomočjo računalniških programov MS Excell 2003 in Startgraphics plus verzija 4.0. Statistično značilne razlike smo med obravnavanji ugotavljali po metodi analize variance (ANOVA), LSD (Last Significant Difference). Upoštevali smo 5 % tveganje. Statistično značilne razlike smo označili s črkami. Razlike označene z isto črko, se ne razlikujejo statistično značilno ($p=0,05$).

4 REZULTATI

4.1 ZDRAVSTVENO STANJE

V času poizkusa so bile rastline v normalnem zdravstvenem stanju. Na njih so se pojavile listne uši, gniloba plodov in rastlinjakov ščitkar. Vse patogenze smo ustrezno zatirali s primernimi sredstvi za posamezni patogen. Med prvim in drugim časom poizkusa so nekatere rastline propadle, zaradi mraza in viroz. Pri obiranju plodov drugega dela sem opazil znake trohnobe na muhi ploda, kar je pri plodovkah znamenje pomanjkanja kalcija. Pojavijo se tudi virozna obolenja.

4.2 VIZUALNO OPAZOVANJE

Pri nalogi nas je zanimal tudi vpliv hranilne raztopine na rast in razvoj koreninskega sistema. Opravili smo vizualni pregled koreninske grude.

Na spodnjih slikah je vidna razlika velikosti koreninske grude tako v vermikulitu, kot pri šoti. Največ koreninske grude je bilo pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, na slikah označene s črko Z, sledi koncentracija 2 g/l vode, označeno s črko R, najmanjša koreninska gruda je bila pri 3 g/l vode, označena s črko M.



Slika 7: Gostota koreninske grude gojena na vermikulitu.
Figure 7: Density of root cold grown on vermiculit



Slika 8: Gostota koreninske grude gojena na šoti.
Figure 8: Density of root cold grown on peat.

4.3 MERITVE V HRANILNI RAZTOPINI

V spodnji preglednici so prikazane meritve v hranilni raztopini, ki sem jih opravil v času poizkusa. Merili smo pH in EC vrednosti. Odčitane vrednosti so bile različne glede na posamezno obravnavanje.

Preglednica 3: Povprečne pH in EC vrednosti v hranilni raztopini v času poizkusa pri različnih obravnavanjih

Table 3: Average pH and EC values in the nutrient solution during the experiment with different treatments

Koncentracija hranilne raztopine (g/l)	pH vrednost	EC (mS/cm)
1,0	6,00 - 6,50	1,30 - 1,50
2,0	6,10 - 6,50	2,00 - 2,35
3,0	6,30 - 6,60	2,50 - 3,20

Iz preglednice opazimo, da so se vrednosti kriterija pH in EC gibale znotraj optimalnega območja in da je vrednost pH omogočala normalno rast in razvoj rastlin.

Vrednosti EC kriterija so se večale z večanjem koncentracije hranilne raztopine. Zaradi povečanje EC vrednosti bi prišlo do poškodb korenškega sistema in posledično do propada rastlin.

4.4 VREMENSKI PARAMETRI

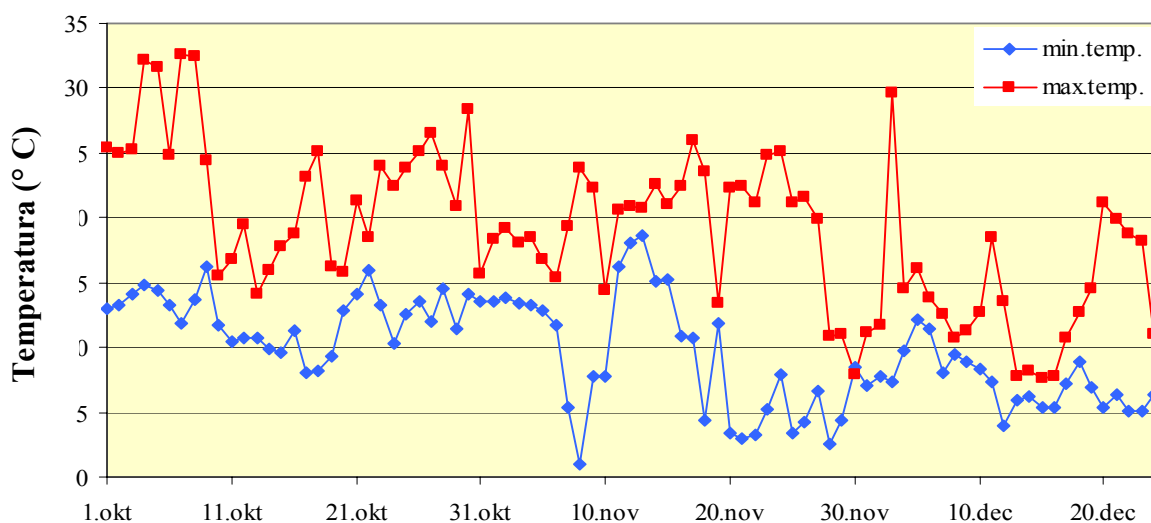
Pri poizkusu smo opazovali in zabeležili izmerjene vrednosti o minimalni in maksimalni temperaturi, minimalni zračni vlagi in maksimalnem sončnem obsevanju. Podatke je beležil računalniški program v steklenjaku. Izmerjene vrednosti se nanašajo na komoro v kateri so bile rastline.

Znano je, da temperatura bistveno vpliva na življenjsko pomembne procese rasti, kot so fotosinteza, transpiracija, dihanje in rast. Vsaka rastlinska vrsta ima mejo najnižje in najvišje temperature, pri kateri se ti procesi ustavijo. Najvišja temperatura okoli 35° C, najnižja temperatura pa je odvisna od posamezne rastline.

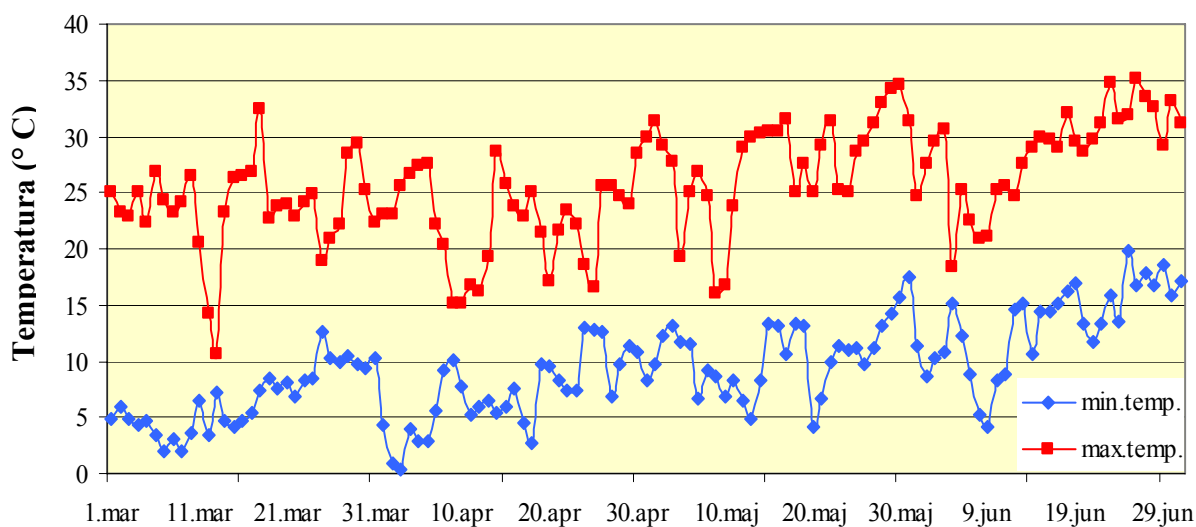
Relativna zračna vlaga je razmerje med dejansko količino zračne vlage v določenem času (absolutna vlaga) in med maksimalno količino vlage, ki bi jo zrak pri tej temperaturi lahko sprejel (maksimalna vlaga). Pomembna je predvsem zato, ker vpliva na proces izhlapevanja iz tal in rastlin (evapotranspiracija) ter na spreminjanje količine vode v rastlinskih celicah. Čim bolj je zrak vlažen, tem manjša je evapotranspiracija in tem manj vode potrebujejo rastline.

Za uspešno gojenje vrtnin je velikega pomena zadovoljiva osvetlitev gojitvene površine (prostora).

4.4.1 Minimalna in maksimalna temperatura



Slika 9: Gibanje maksimalnih in minimalnih temperatur v (° C) v rastlinjaku v jeseni 2004
Figure 9: Oscillate of maximal in minimal temperature (° C) in greenhouse in autumn 2004

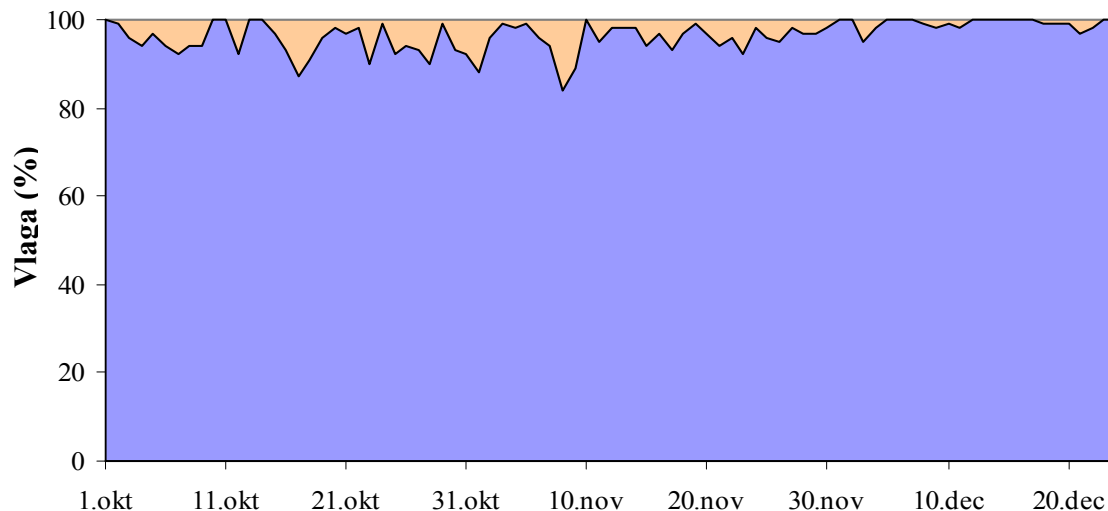


Slika 10: Gibanje maksimalnih in minimalnih temperatur v (° C) v rastlinjaku spomladi 2005
Figure 10: Oscillate of maximal and minimal temperature (° C) in greenhouse in spring 2005

Iz nihanja temperature na grafu 9 je razvidno, da se je temperatura v jesenskem času postopno zniževala, kar ni močno vplivalo na rast rastlin in na razvoj plodov. Graf 10 pa prikazuje temperaturno nihanje v spomladanskem času, kjer vidimo močno nihanje med maksimalnimi in minimalnimi temperaturami. Ta nihanja pa so imela močan vpliv na rast rastlin in razvoj plodov.

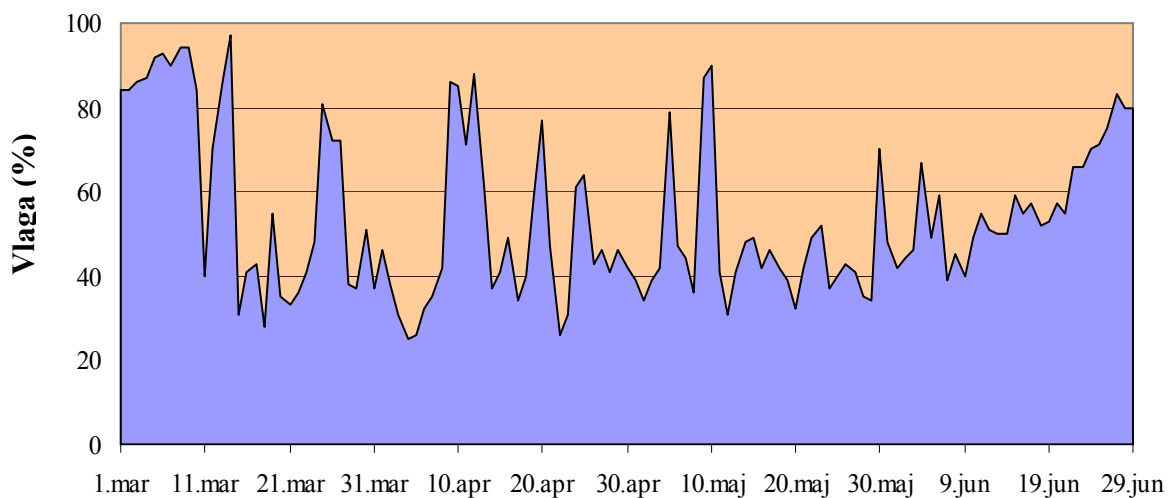
4.4.2 Vlaga

Minimalne vrednosti zračne vlage v opazovanem obdobju



Slika 11: Gibanje minimalne zračne vlage (%) v rastlinjaku v jeseni 2004

Figure 11: Oscillate of minimal relative air humidity (%) in greenhouse in autumn 2004



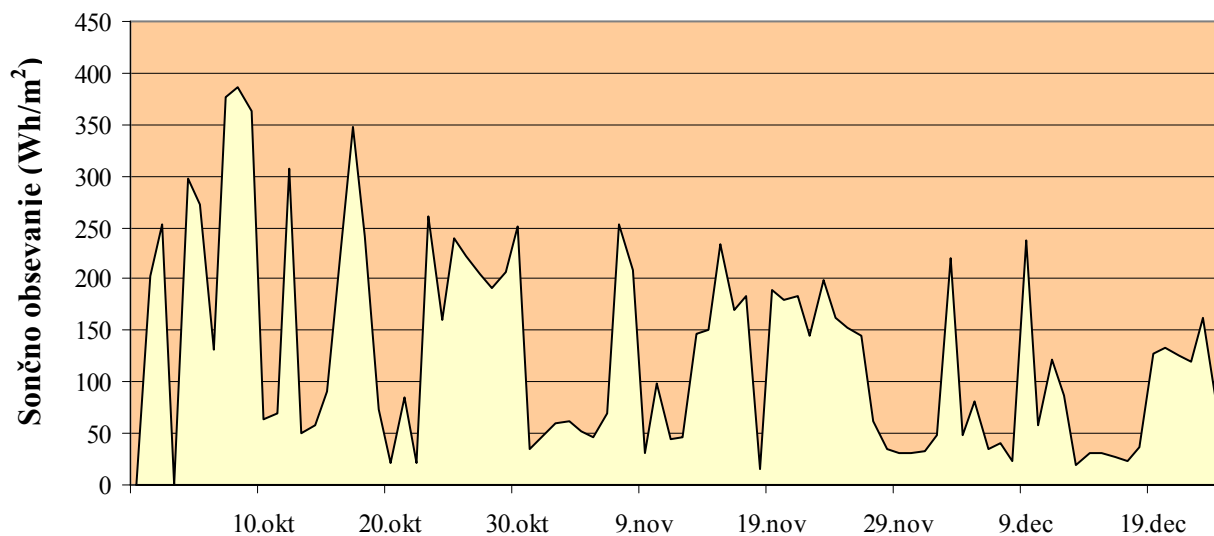
Slika 12: Gibanje minimalne zračne vlage (%) v rastlinjaku v spomladi 2005

Figure 12: Oscillate of minimal relative air humidity (%) in greenhouse in spring 2005

Zračna vlaga je močno povezana z nihanjem temperature zraka. V jesenskem času se je zračna vlaga postopno zviševala, med tem ko v spomladanskem času pa zniževala. Dnevi z visoko minimalno zračno vlago so bili deževni oz. oblačni in z nižjimi temperaturami zraka.

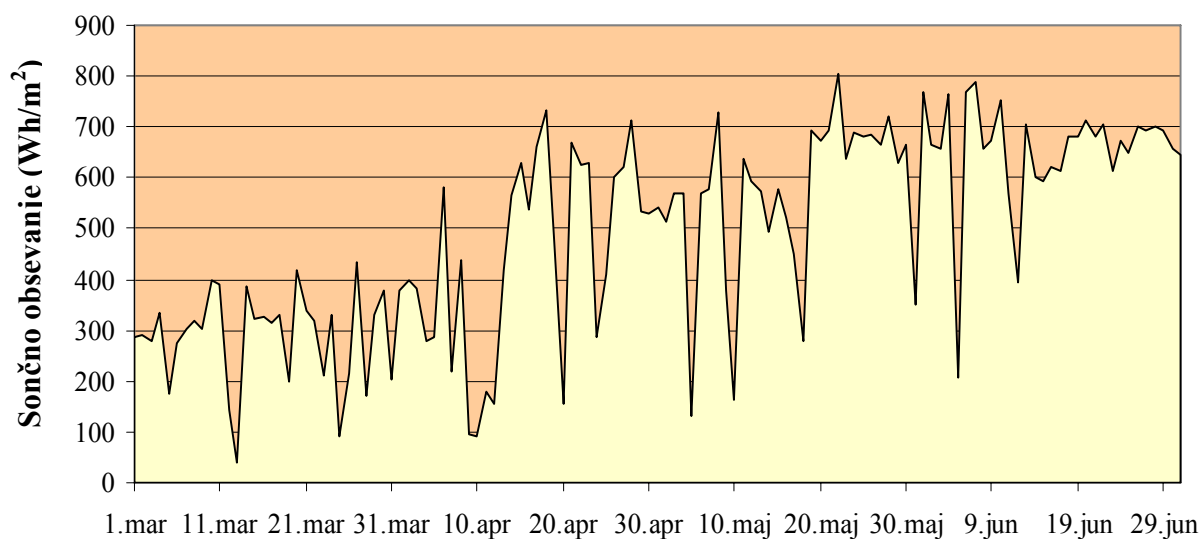
4.4.3 Sončno obsevanje (Wh/m^2)

Maksimalne vrednosti sončnega obsevanja v rastlinjaku v opazovanem obdobju.



Slika 13: Gibanje maksimalnih vrednosti sončnega obsevanja v rastlinjaku v jeseni 2004

Figure 13: Oscillate of maximal global sun radiation in greenhouse in autumn 2004



Slika 14: Gibanje maksimalnih vrednosti sončnega obsevanja v rastlinjaku spomladi 2005

Figure 14: Oscillate of maximal global sun radiation in greenhouse in spring 2005

Dnevne vrednosti sončnega obsevanja so se gibale med 25 in 830 Wh/m^2 . Na grafu 13 je razvidno, da se je v jesenskem času vrednost sončnega obsevanja zmanjševala, med tem ko v spomladanskem času, graf 14, pa zviševala. Na intenzivnost sončnega obsevanja vpliva temperatura zraka in oblačnost.

4.5 MERITVE MASE PLODOV

4.5.1 Masa pridelka

4.5.1.1 Sorta A (hibrid 'Bianca F1')

Preglednica 4: Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Bianca F1' jeseni 2004

Table 4: Minimal, average and maximal weight (g/kg) of pepper fruits cv. 'Bianca F1' in autumn 2004

Sorta A 19.12.04		Masa (g)			
koncentracija (g/l)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna	št.plodov /rastlino
1	v	39	86,00	139	6
2	v	30	54,00	105	5
3	v	19	52,25	127	8
popvečje		29,33	64,08	123,67	6,33
1	š	33	79,00	129	7
2	š	19	76,57	161	8
3	š	21	45,50	108	5
popvečje		24,33	67,02	132,67	6,67

Legenda: v - vermikulit, š - šota

Preglednica 5: Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Bianca F1' spomladi 2005

Table 5: Minimal, average and maximal weight (g/kg) of pepper fruits cv. 'Bianca F1' in spring 2005

Sorta A 30.06.05		Masa (g)			
koncentracija (g/l)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna	št.plodov /rastlino
1	v	42	67,05	145	7
2	v	36	53,27	119	6
3	v	17	40,75	99	7
popvečje		31,67	53,69	121,00	6,67
1	š	35	54,92	126	8
2	š	28	46,92	105	5
3	š	25	42,06	92	5
popvečje		29,33	47,97	107,67	6,00

Legenda: v - vermikulit, š – šota

Največjo povprečno maso plodu je 'Bianca F1' dosegla pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode. Ta vrednost je bila dosežena pri obeh obravnavanjih, kar je razvidno iz tabele 4 in 5. Rastline gojene na vermikulitu so v povprečju dosegle večjo maso plodov, kot rastline gojene na šoti. Večje povprečne vrednosti mase plodov so bile dosežene pri prvem obravnavanju, kot pri drugem. Vzrok temu lahko z zagotovostjo zatrdimo, da je pri velikih temperaturnih nihanjih v spomladanskem času, kar je negativno vplivalo na rast in razvoj plodov.

4.5.1.2 Sorta B (sorta 'California Wonder')

Preglednica 6: Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'California Wonder' jeseni 2004

Table 6: Minimal, average and maximal weight (g/kg) of pepper fruits cv. 'California Wonder' in autumn 2004

Sorta B 19.12.04		Masa (g)			
Koncentracija (g/l)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna	št.plodov /rastlino
1	v	60	126,67	179	5
2	v	35	55,50	110	6
3	v	28	66,00	111	5
povprečje		41,00	82,72	133,33	5,33
1	š	50	95,00	129	5
2	š	20	73,57	160	7
3	š	20	58,00	99	5
povprečje		30,00	75,52	129,33	5,67

Legenda: v - vermikulit, š - šota

Preglednica 7: Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'California Wonder' spomladi 2005

Table 7: Minimal, average and maximal weight (g/kg) of pepper fruits cv. 'California Wonder' in spring 2005

Sorta B 30.06.05		Masa (g)			
koncentracija (g/l)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna	št.plodov /rastlino
1	v	37	65,14	142	7
2	v	40	57,79	114	5
3	v	21	43,86	96	7
povprečje		32,67	55,60	117,33	6,33
1	š	46	74,13	124	8
2	š	24	53,50	112	4
3	š	23	47,25	89	4
povprečje		31,00	58,29	108,33	5,33

Legenda: v - vermikulit, š – šota

Za 'California Wonder' prav tako velja, da je največjo povprečno maso plodu dosegla pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode. Prav tako je razvidno iz tabele 6 in 7, da so bile te vrednosti dosežene pri obeh obravnavanjih.

4.5.1.3 Sorta C (sorta 'Kapia')

Preglednica 8: Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Kapia' jeseni 2004
Table 8: Minimal, average and maximal weight (g/kg) of pepper fruits cv. 'Kapia' in autumn 2004

Sorta C 19.12.04		Masa (g)			
koncentracija (g/l)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna	št.plodov /rastlino
1	v	9	14,38	21	8
2	v	7	21,25	52	12
3	v	6	21,50	43	12
povprečje		7,33	19,04	38,67	10,67
1	š	8	22,00	44	6
2	š	10	25,40	45	8
3	š	11	15,64	23	12
povprečje		9,67	21,01	37,33	8,67

Legenda: v - vermikulit, š - šota

Preglednica 9: Minimalne, povprečne in maksimalne mase (g/kg) plodov paprike sorte 'Kapia' spomladi 2005
Table 9: Minimal, average and maximal weight (g/kg) of pepper fruits cv. 'Kapia' in spring 2005

Sorta C 30.06.05		Masa (g)			
koncentracija (g/l)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna	št.plodov /rastlino
1	v	8	21,50	42	8
2	v	10	20,60	40	8
3	v	11	15,42	35	12
povprečje		9,67	19,17	39,00	9,33
1	š	13	22,44	31	9
2	š	12	24,50	41	6
3	š	9	16,09	41	11
povprečje		11,33	21,01	37,33	8,67

Legenda: v - vermikulit, š - šota

Za 'Kapia' je značilno, da je največje povprečne vrednosti mase plodov dosegla pri višjih koncentracijah hranilne raztopine. Rastline, ki so bile gojene na vermikulitu so največje vrednosti dosegle pri koncentracijah pri prvem obravnavanju pri koncentraciji 3 g/l vode, pri drugem pa pri 1 g/l vode. Podrobnejši rezultati pa kažejo, da v povprečju rastlini najbolj ustreza gojenje pri 2 g/l vode. To je najbolj razvidno pri rastlinah gojene na šoti, kjer so v obeh obarvanjih dosegle najvišje poprečne vrednosti pri hranilni raztopini 2 g/l vode.

4.6 ANALIZA SLADKORJEV V PLODU

Pri kemični analizi sladkorjev in kislin sem uporabil vzorčne plodove paprike.

S HPLC analizo smo v plodovih izmerili količino sladkorjev. Analiza je pokazala spremenljive vrednosti sladkorjev:

- saharoze
- glukoze
- fruktoze

Izmerjene vrednosti se razlikujejo po sorti, koncentraciji hranil in vrsti substrata. Vse vrednosti so podane v preglednicah. Statistično značilne razlike smo označili s črkami. Razlike označene z isto črko, se ne razlikujejo statistično značilno ($p=0,05$).

4.6.1 Saharoza

Sorta A (hibrid 'Bianca F1')

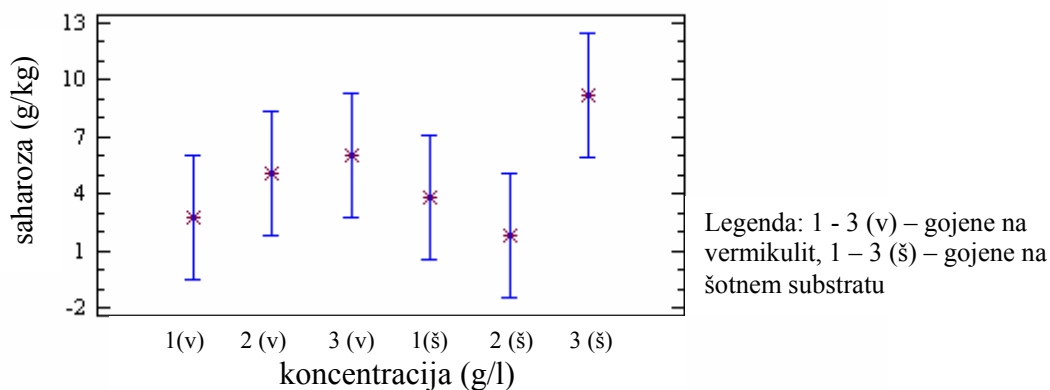
Preglednica 10: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije saharoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 10: Minimal, average and maximal concentrations of saccharose (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Saharoza		Vrednosti (g/kg)		
Koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	2,21	2,76 a	5,82
2	v	0,34	5,08 b	10,09
3	v	0,86	5,99 b	16,51
povprečje		1,14	4,61	10,81
1	š	1,03	3,84 a	11,49
2	š	1,10	1,80 a	3,94
3	š	1,72	9,20 a	21,89
povprečje		1,28	4,95	12,44

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 15: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 15: Average concentrations of saccharose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of saccharose which regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Največjo povprečno koncentracijo saharoze je 'Bianca F1' dosegla pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, kot na šoti. Večja povprečna vrednost je bila dosežena na šoti (preglednica 10). Statistične značilne razlike se pojavijo med vrednosti saharoze v papriki gojene na vermikulitu in sicer med koncentracijami 1g/l in 2g/l, ter 1g/l in 3g/l.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

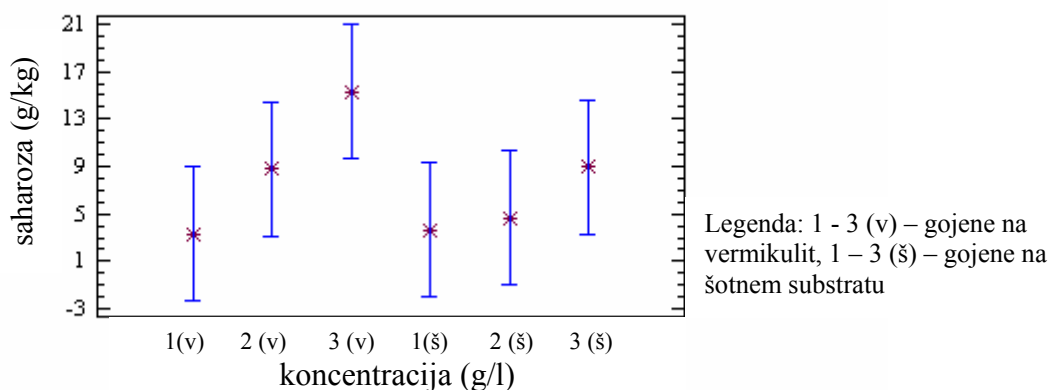
Preglednica 11: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije saharoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 11: Minimal, average and maximal concentrations of saccharose (g/kg) measured in pepper fruits 'California Wonder'

Saharoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	1,65	3,33 a	6,44
2	v	3,13	8,75 ab	27,29
3	v	1,46	15,30 b	39,17
povprečje		2,08	9,13	24,30
1	š	1,42	3,65 a	9,81
2	š	1,22	4,67 ab	11,67
3	š	0,31	8,93 ab	27,70
povprečje		0,98	5,75	16,39

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 16: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 16: Average concentrations of saccharose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of saccharose which regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo saharoze prav tako pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, ne glede na substrat gojenja. Večja vrednost je bila dosežena gojena na vermikulitu (preglednica 11). Statistične značilne razlike se pojavijo med vrednosti saharoze v papriki gojene na vermikulitu in sicer med koncentracijami 1g/l in 3g/l.

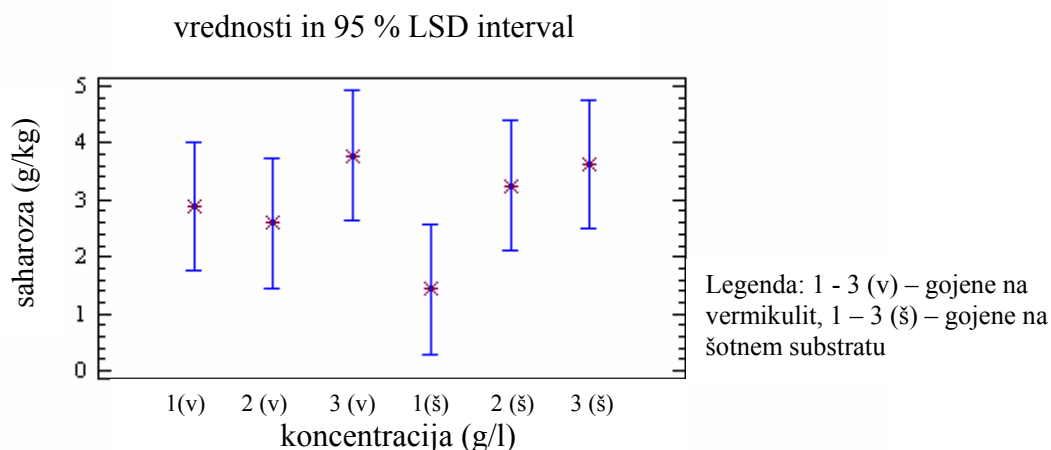
Sorta C (sorta 'Kapia')

Preglednica 12: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije saharoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 12: Minimal, average and maximal concentrations of saccharose (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Kapia'

Saharoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	1,23	2,88 ab	5,62
2	v	1,07	2,59 ab	4,93
3	v	1,32	3,78 b	9,49
povprečje		1,21	3,08	6,68
1	š	0,82	1,43 a	2,24
2	š	0,32	3,25 ab	6,24
3	š	0,32	3,63 ab	6,75
povprečje		0,49	2,77	5,08

Legenda: v - vermikulit, š - šota



Slika 17: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 17: Average concentrations of saccharose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of saccharose with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Kapia' doseže največjo povprečno koncentracijo saharoze tudi pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, ne glede na substrat gojenja. Večja vrednost je bila dosežena gojena na vermikulitu (preglednica 12). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

4.6.2 Glukoza

Sorta A (hibrid 'Binaca F1')

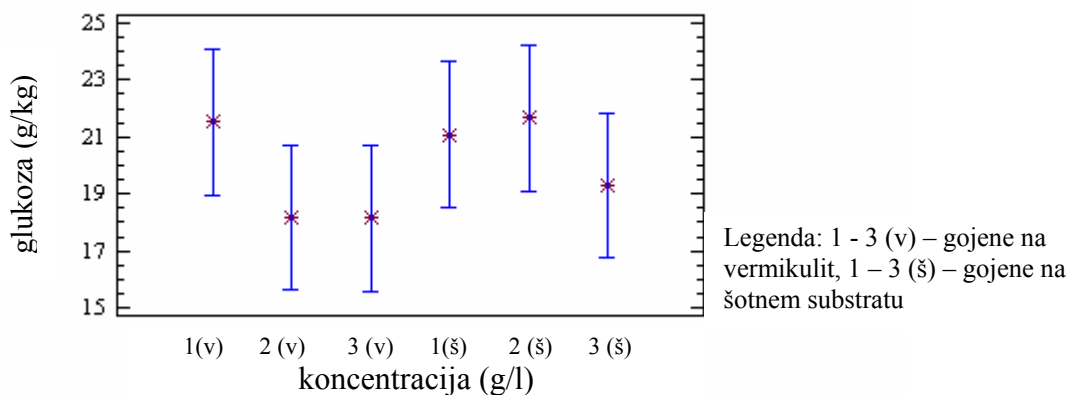
Preglednica 13: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije glukoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 13: Minimal, average and maximal concentrations of glucose(g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Glukoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	16,75	21,53 a	25,40
2	v	11,38	18,18 a	28,55
3	v	13,88	18,16 a	24,08
povprečje		14,00	19,29	26,01
1	š	15,52	21,08 a	23,89
2	š	15,82	21,66 a	25,19
3	š	13,80	19,30 a	25,15
povprečje		15,05	20,68	27,74

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 18: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 18: Average concentrations of glucose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of glucose with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo glukoze pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, gojene na vermikulitu, na šoti pa doseže največjo povprečno vrednost pri 2 g/l (preglednica 13). Med obravnavanji ni zaznani statistično značilnih razlik.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

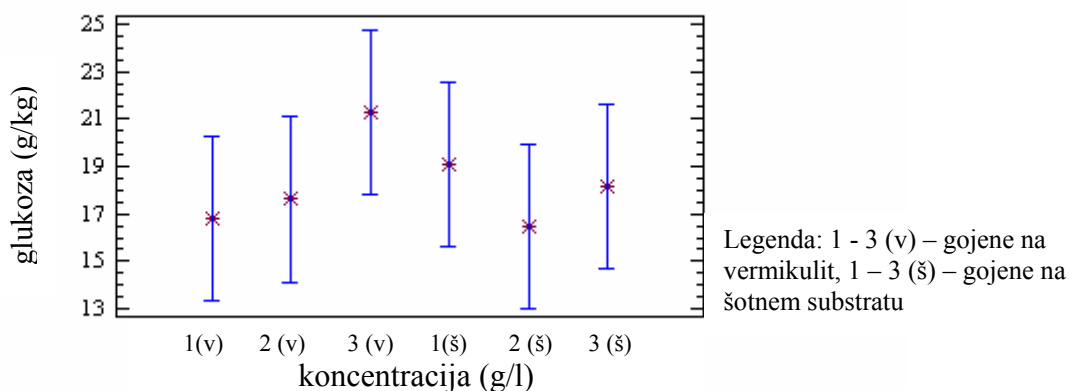
Preglednica 14: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije glukoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 14: Minimal, average and maximal concentrations of glucose(g/kg) measured in pepper fruits cv. 'California Wonder'

Glukoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	12,57	16,79 a	21,19
2	v	13,63	17,61 a	25,58
3	v	14,01	21,31 a	29,55
povprečje		13,40	18,57	25,44
1	š	11,73	19,08 a	34,33
2	š	10,59	16,50 a	23,68
3	š	11,13	18,18 a	24,33
povprečje		11,15	17,92	27,45

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 19: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 19: Average concentrations of glucose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of glucose with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo glukoze pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, na šoti pa doseže največjo povprečno vrednost pri 1 g/l (preglednica 14). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta C (sorta 'Kapia')

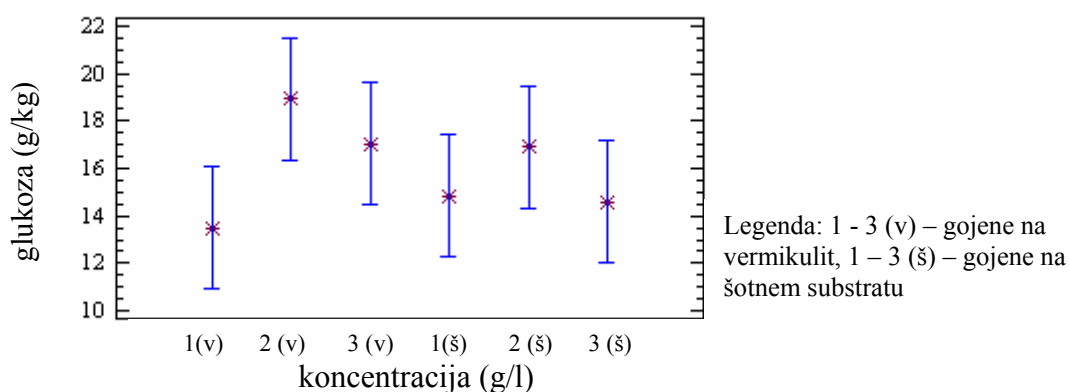
Preglednica 15: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije glukoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 15: Minimal, average and maximal concentrations of glucose(g/kg) measured in pepper fruits sorte 'Kapia'

Glukoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	9,02	13,48 a	18,35
2	v	11,37	18,93 b	26,78
3	v	11,56	17,05 ab	23,54
povprečje		10,65	16,49	22,89
1	š	13,90	14,85 ab	16,75
2	š	11,47	16,89 ab	20,74
3	š	6,91	14,61 ab	22,05
povprečje		10,76	15,45	19,85

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 20: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 20: Average concentrations of glucose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of glucose e with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Kapia' doseže največjo povprečno koncentracijo glukoze pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene tako na vermikulitu in na šoti (preglednica 15). Med obravnavanji se pojavijo statistično značilne razlike med koncentracijami 1 g/l in 2 g/l, pri gojenju na vermikulitu.

4.6.3 Fruktaza

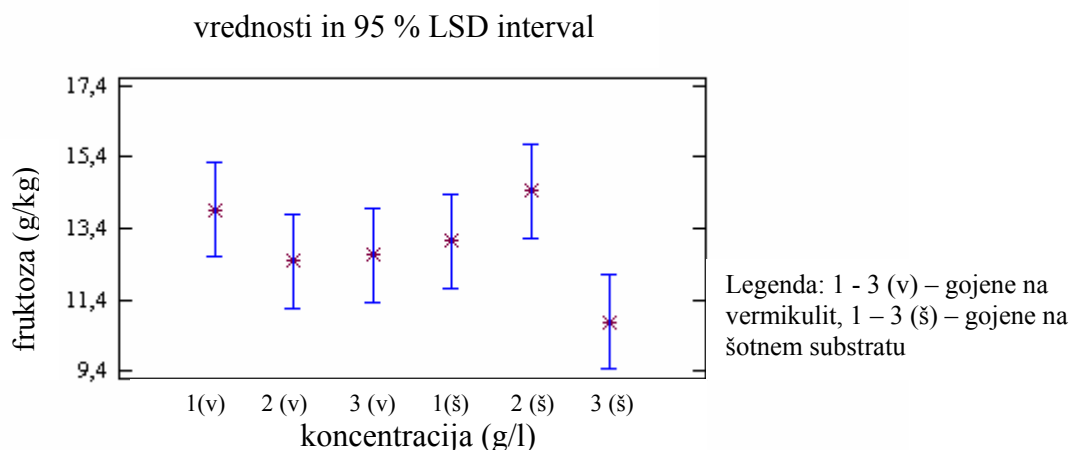
Sorta A (hibrid 'Binaca F1')

Preglednica 16: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fruktoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 16: Minimal, average and maximal concentrations of fructose (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Fruktaza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	11,10	13,91 a	18,56
2	v	9,73	12,50 a	16,81
3	v	8,45	12,66 b	14,47
povprečje		9,76	13,02	16,61
1	š	11,76	13,05 a	13,87
2	š	12,33	14,46 a	16,67
3	š	7,03	10,78 b	13,62
povprečje		10,37	12,76	14,72

Legenda: v - vermikulit, š - šota



Slika 21: Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 21: Average concentrations of fructose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of fructose with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo fruktoze pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko je ta vrednost na šoti pri koncentraciji 2 g/l (preglednica 16). Med obravnavanji se pojavijo statistično značilne razlike med koncentracijami 1 g/l in 2 g/l ter med 1 g/l in 3 g/l. Te razlike se pojavijo tako pri vermikulitu, kot pri šoti.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

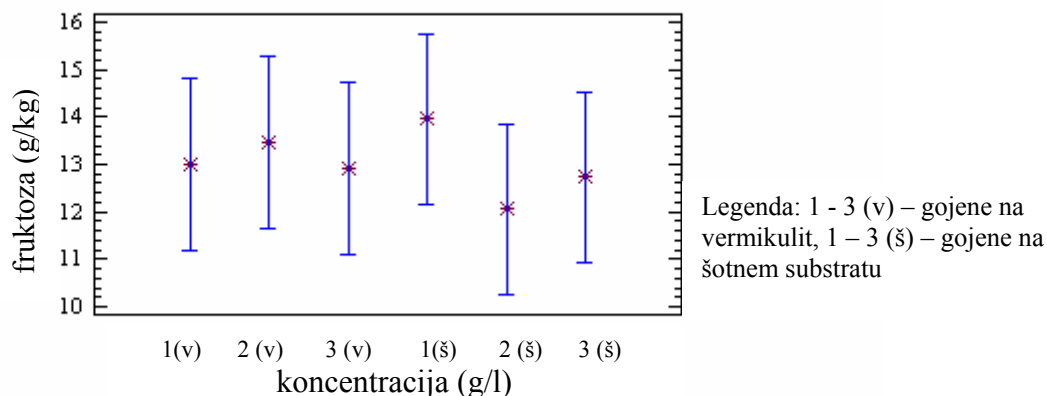
Preglednica 17: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fruktoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 17: Minimal, average and maximal concentrations of fructose (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'California Wonder'

Fruktoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	10,86	13,00 a	14,52
2	v	10,67	13,46 a	16,88
3	v	9,46	12,92 a	16,88
povprečje		10,33	13,13	16,09
1	š	10,94	13,95 a	20,55
2	š	8,56	12,05 a	14,99
3	š	7,47	12,73 a	17,60
povprečje		8,99	12,91	17,71

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 22: Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 22: Average concentrations of fructose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of fructose with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo fruktoze pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko je ta vrednost na šoti pri koncentraciji 1 g/l (preglednica 17). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta C (sorta 'Kapia')

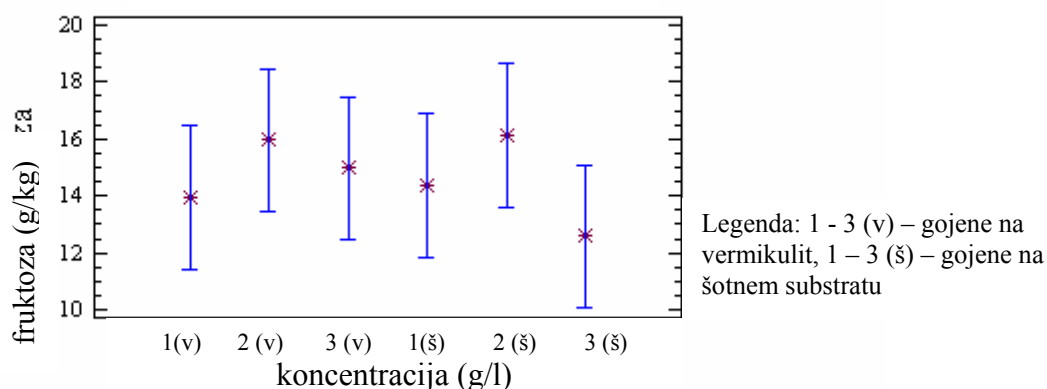
Preglednica 18: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fruktoze (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 18: Minimal, average and maximal concentrations of fructose (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Kapia'

Fruktoza		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija (%)	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	10,33	13,93 a	21,71
2	v	12,65	15,95 a	17,83
3	v	8,01	14,97 a	19,55
povprečje		10,33	14,95	19,70
1	š	11,30	14,35 a	17,17
2	š	11,27	16,11 a	29,29
3	š	6,69	12,59 a	16,42
povprečje		9,75	14,35	20,96

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 23: Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 23: Average concentrations of fructose (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of fructose with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Kapia' doseže največjo povprečno koncentracijo fruktoze pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene tako na vermikulitu, kot na šoti (preglednica 18). Med obravnavanji ni zaznani statistično značilnih razlik.

4.7 ANALIZA ORGANSKIH KISLIN V PLODU

Drugi pomemben segment določanje v plodovih paprike je bil vsebnost kislin. Določili smo najbolj razširjene organske kisline:

- citronsko kislino
- jabolčno kislino
- šikimsko kislino in
- fumarno kislino

4.7.1 Citronska kislina

Sorta A (hibrid 'Binaca F1')

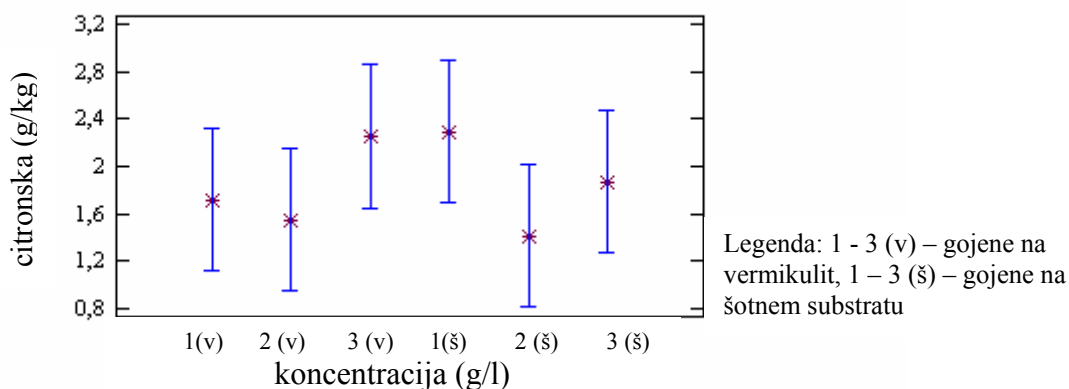
Preglednica 19: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije citronske kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 19: Minimal, average and maximal concentrations of citric acid (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Citronska kislina		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija	Substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	1,13	1,72 a	2,80
2	v	0,73	1,55 a	10,47
3	v	0,74	2,25 a	4,01
povprečje		0,87	1,84	5,76
1	š	1,03	2,29 a	4,39
2	š	1,03	1,42 a	2,14
3	š	1,17	1,88 a	3,23
povprečje		1,08	1,86	3,25

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 24: Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 24: Average concentrations of citric acid (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of citric acid which regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo citronske kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je ta vrednost pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l (preglednica 19). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

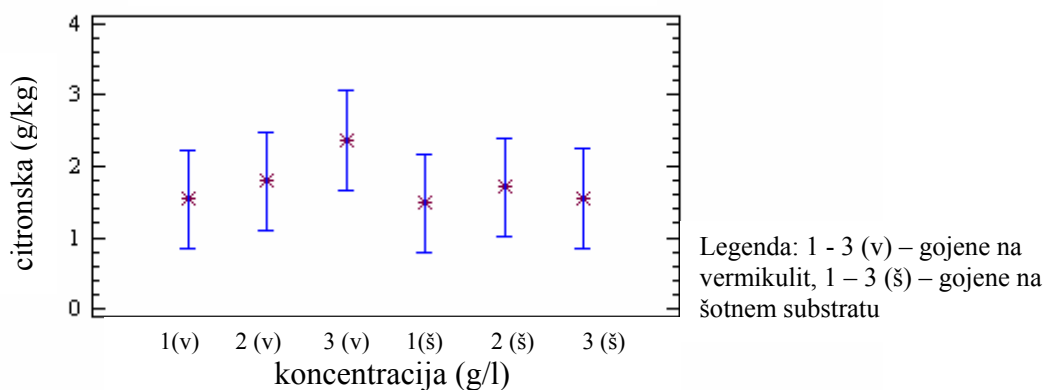
Preglednica 20: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije citronske kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 20: Minimal, average and maximal concentrations of citric acid (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'California Wonder'

Citronska kislina		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	0,73	1,55 a	1,95
2	v	1,15	1,79 a	2,47
3	v	0,61	2,37 a	4,85
povprečje		0,83	1,90	3,09
1	š	0,83	1,49 a	1,83
2	š	0,48	1,71 a	3,27
3	š	0,34	1,55 a	4,30
povprečje		0,55	1,58	3,13

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 25: Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 25: Average concentrations of citric acid (g/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of citric acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo citronske kisline prav tako pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je največja povprečna vrednost citronske kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l (preglednica 20). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta C (sorta 'Kapia')

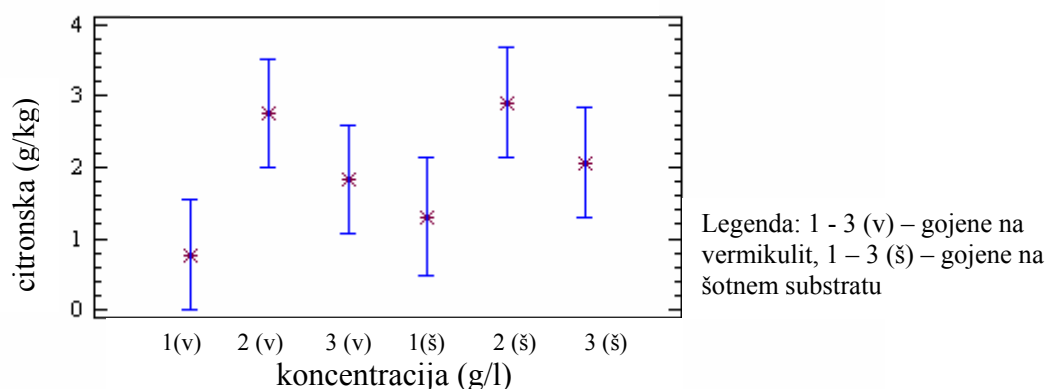
Preglednica 21: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije citronske kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 21: Minimal, average and maximal concentrations of citric acid (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Kapia'

Citronska kislina		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	0,13	0,77 a	1,70
2	v	0,43	2,76 bc	3,99
3	v	0,53	1,82 abc	3,36
povprečje		0,36	1,78	3,02
1	š	0,57	1,28 ab	2,64
2	š	1,30	2,91 c	6,37
3	š	1,26	2,07 abc	3,43
povprečje		1,04	2,09	4,15

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 26: Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 26: Average concentrations of citric acid (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of citric acid which regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Kapia' doseže največjo povprečno koncentracijo citronske kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene tako na vermikulitu, kot na šoti (preglednica 21). Med obravnavanji se pojavijo statistično značilne razlike in sicer med vrednosti pri koncentracijami hranilne raztopine 1 g/l in 2 g/l, gojene na vermikulitu in med istimi koncentracijami gojenih na šoti.

4.7.2 Jabolčna kislina

Sorta A (hibrid 'Binaca F1')

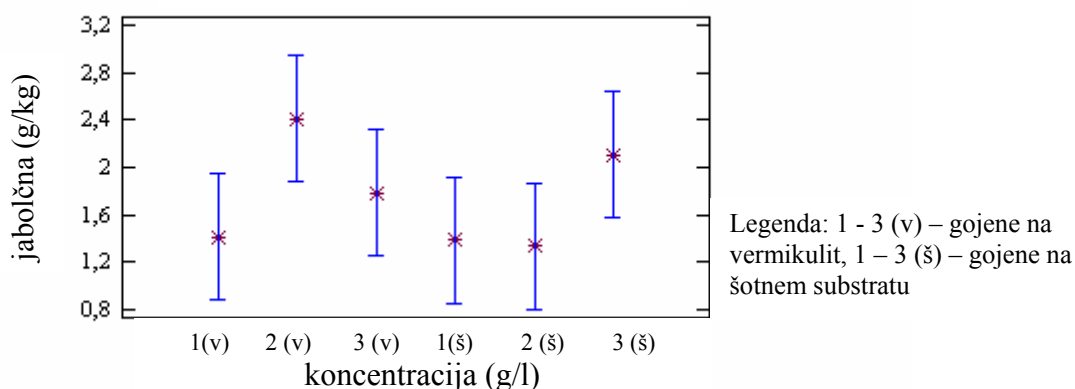
Preglednica 22: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije jabolčne kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 22: Minimal, average and maximal concentrations of malic acid (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Jabolčna kislina		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija	Substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	0,59	1,42 ab	3,11
2	v	0,63	2,41 b	3,74
3	v	1,08	1,79 ab	2,32
povprečje		0,77	1,87	3,06
1	š	0,74	1,39 ab	2,37
2	š	0,61	1,34 a	2,39
3	š	0,90	1,96 ab	3,40
povprečje		0,75	1,56	2,72

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 27: Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 27: Average concentrations of malic acid (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of malic acid which regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo jabolčne kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti ta vrednost pri 3 g/l (preglednica 22). Med obravnavanji ni zaznani statistično značilnih razlik.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

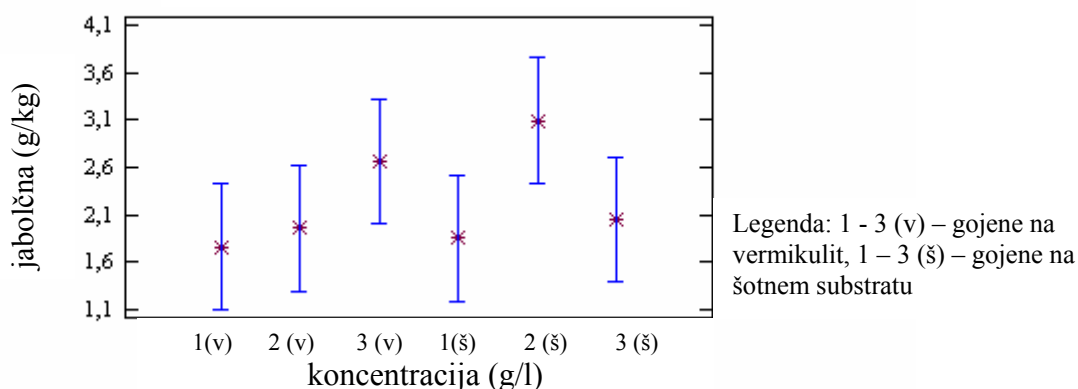
Preglednica 23: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije jabolčne kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 23: Minimal, average and maximal concentrations of malic acid (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'California Wonder'

Jabolčna kislina		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	0,91	1,76 a	2,99
2	v	1,12	1,96 ab	3,34
3	v	1,27	2,66 ab	4,12
povprečje		1,10	2,13	3,48
1	š	0,78	1,85 ab	2,57
2	š	1,92	3,10 b	5,49
3	š	0,84	2,05 ab	3,23
povprečje		1,18	2,33	3,76

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 28: Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 28: Average concentrations of malic acid (g/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of malic acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo jabolčne kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti ta vrednost pri 2 g/l (preglednica 23). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

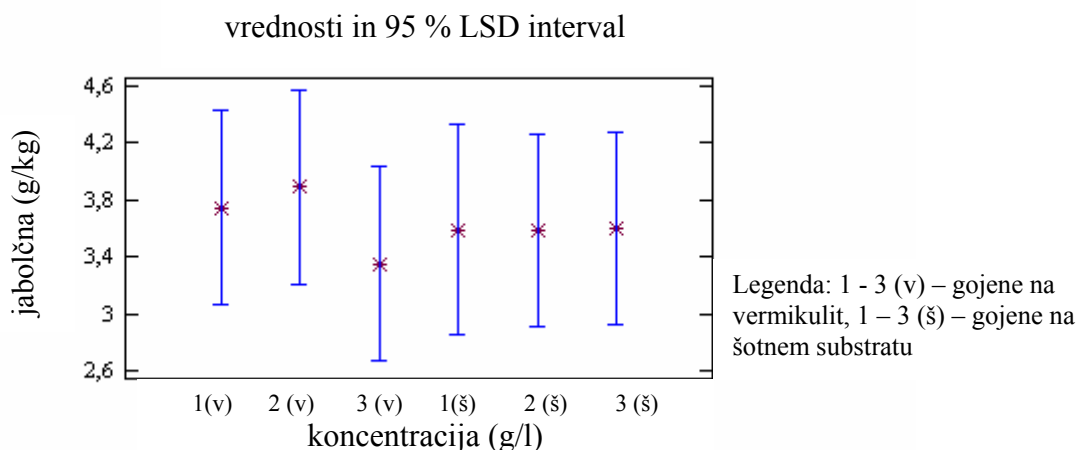
Sorta C (sorta 'Kapia')

Preglednica 24: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije jabolčne kisline (g/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 24: Minimal, average and maximal concentrations of malic acid (g/kg) measured in pepper fruits cv. 'Kapia'

Jabolčna kislina		Vrednosti (g/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	2,98	3,75 a	4,66
2	v	1,29	3,89 a	5,31
3	v	1,14	3,35 a	4,93
povprečje		1,80	3,66	4,97
1	š	2,70	3,59 a	4,81
2	š	1,30	3,58 a	4,89
3	š	2,25	3,60 a	5,90
povprečje		2,08	3,59	5,20

Legenda: v - vermikulit, š - šota



Slika 29: Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 29: Average concentrations of malic acid (g/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of malic acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Kapia' doseže največjo povprečno koncentracijo jabolčne kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti ta vrednost pri 1 g/l (preglednica 24). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

4.7.3 Šikimska kislina

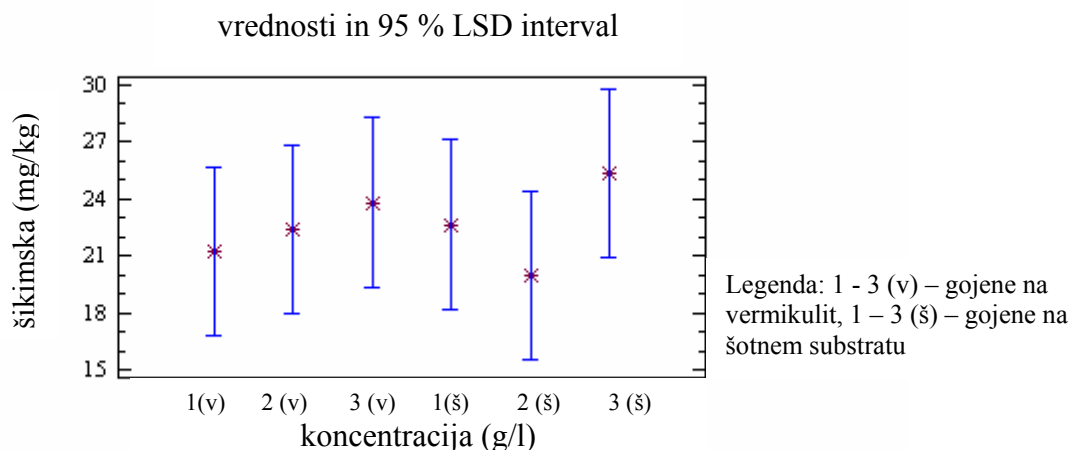
Sorta A (hibrid 'Binaca F1')

Preglednica 25: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije šikimske kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 25: Minimal, average and maximal concentrations of shikinic acid (mg/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Šikimska kislina		Vrednosti (mg/kg)		
koncentracija	Substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	14,85	21,21 a	28,43
2	v	16,62	22,39 a	32,67
3	v	14,06	23,80 a	39,05
povprečje		15,18	22,47	33,38
1	š	10,66	22,64 a	33,97
2	š	12,35	19,98 a	27,88
3	š	14,81	25,14 a	32,02
povprečje		12,61	22,59	31,29

Legenda: v - vermikulit, š - šota



Slika 30: Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 30: Average concentrations of shikinic acid (mg/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of shikinic acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo šikimske kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, kot na šoti (preglednica 25). Med obravnavanji ni zaznani statistično značilnih razlik.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

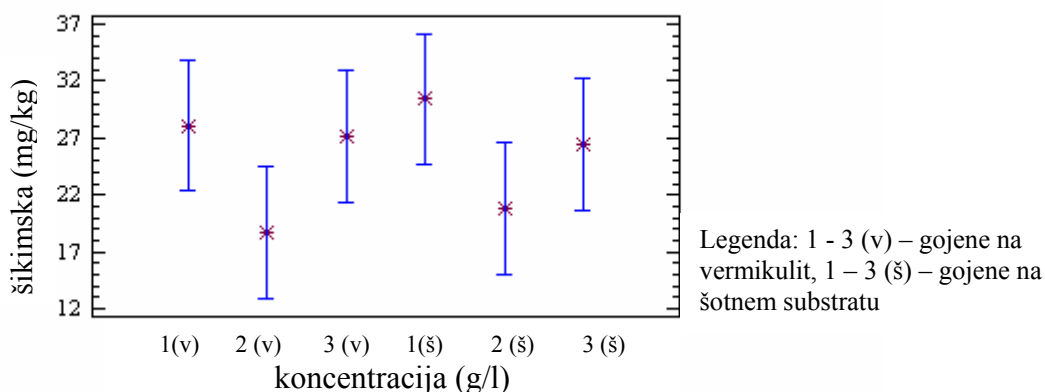
Preglednica 26: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije šikimske kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 26: Minimal, average and maximal concentrations of shikinic acid (mg/kg) measured in pepper fruits cv. 'California Wonder'

Šikimska kislina		Vrednosti (mg/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	18,91	28,08 ab	39,31
2	v	11,39	18,72 a	29,14
3	v	16,39	27,11 ab	38,03
povprečje		15,56	24,64	35,49
1	š	18,11	30,41 b	49,22
2	š	15,33	20,84 ab	29,79
3	š	18,27	26,40 ab	41,18
povprečje		17,24	25,88	40,06

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 31: Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 31: Average concentrations of shikinic acid (mg/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of shikinic acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo šikimske kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, gojene na vermikulitu, kot na šoti (preglednica 26). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta C (sorta 'Kapia')

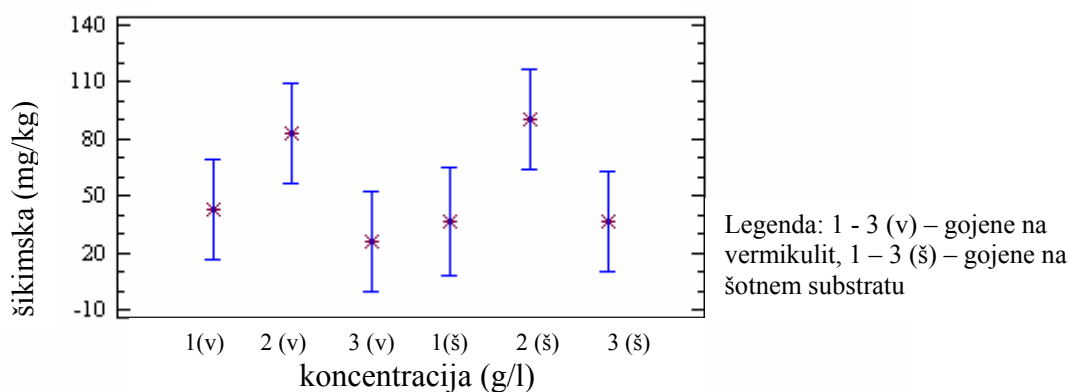
Preglednica 27: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije šikimske kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 27: Minimal, average and maximal concentrations of shikinic acid (mg/kg) measured in pepper fruits cv. 'Kapia'

Škiminska kislina		Vrednosti (mg/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	Maksimalna
1	v	11,99	42,44 abc	96,03
2	v	22,52	83,19 bc	184,52
3	v	13,97	26,32 a	39,82
povprečje		16,16	50,65	106,79
1	š	22,45	36,58 abc	54,93
2	š	22,27	89,96 c	196,23
3	š	15,55	36,34 ab	59,06
povprečje		20,09	54,29	103,41

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 32: Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 32: Average concentrations of shikinic acid (mg/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of shikinic acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo šikimske kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene na vermikulitu, kot na šoti (preglednica 27). Med obravnavanji se pojavijo statistično značilne razlike pri koncentracijah hranilne raztopine med 2 g/l in 3 g/l in sicer tako na vermikulitu, kot na šoti.

4.7.4 Fumarna kislina

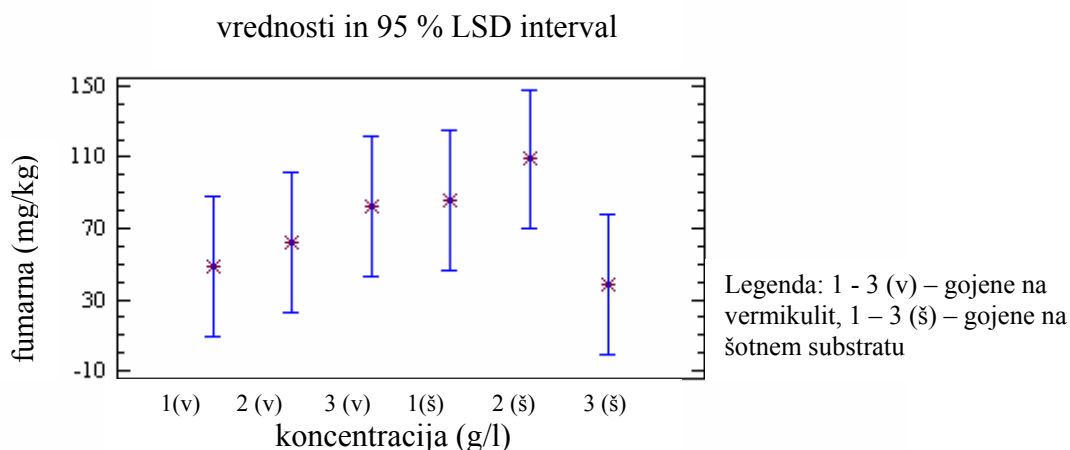
Sorta A (hibrid 'Binaca F1')

Preglednica 28: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fumarne kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Bianca F1'

Table 28: Minimal, average and maximal concentrations of fumaric acid (mg/kg) measured in pepper fruits cv. 'Bianca F1'

Fumarna kislina		Vrednosti (mg/kg)		
koncentracija	Substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	13,70	48,53 a	170,05
2	v	5,80	62,11 a	180,22
3	v	8,24	82,15 a	143,68
povprečje		9,25	64,26	164,65
1	š	7,11	85,80 a	153,94
2	š	11,06	108,82 a	219,28
3	š	9,50	36,92 a	67,07
povprečje		9,22	77,18	146,76

Legenda: v - vermikulit, š - šota



Slika 33: Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 33: Average concentrations of fumaric acid (mg/kg) in pepper fruits of cv. 'Bianca F1' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of fumaric acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo fumarne kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je ta najvišja povprečna vrednost dosežena pri 2 g/l (preglednica 28). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta B (sorta 'California Wonder')

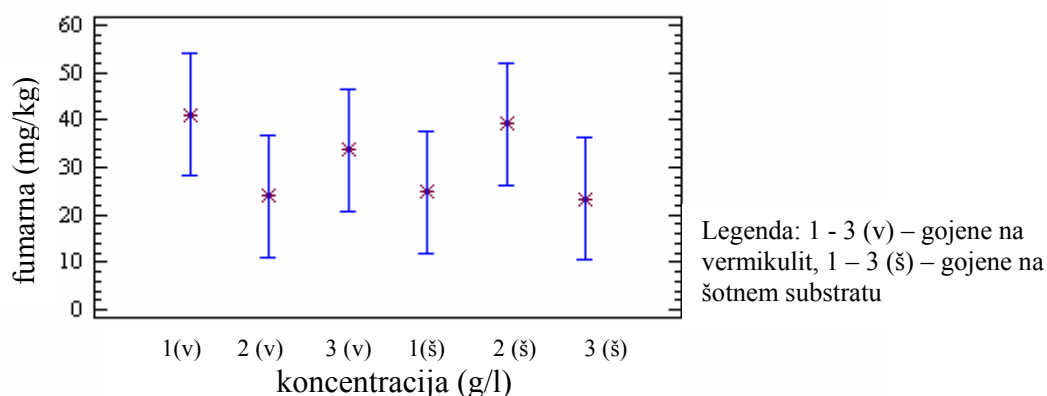
Preglednica 29: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fumarne kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'California Wonder'

Table 29: Minimal, average and maximal concentrations of fumaric acid (mg/kg) measured in pepper fruits cv. 'California Wonder'

Fumarna kislina		Vrednosti (mg/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	10,54	41,03 a	76,26
2	v	7,51	23,99 a	41,58
3	v	6,35	33,71 a	73,10
povprečje		8,13	32,91	63,65
1	š	10,53	24,78 a	40,36
2	š	14,44	39,10 a	58,94
3	š	1,53	23,35 a	54,71
povprečje		8,83	29,08	51,34

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 34: Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'California Wonder' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 34: Average concentrations of fumaric acid (mg/kg) in pepper fruits of cv. 'California Wonder' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of fumaric acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'California Wonder' doseže največjo povprečno koncentracijo fumarne kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je ta najvišja povprečna vrednost dosežena pri 2 g/l (preglednica 29). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

Sorta C (sorta 'Kapia')

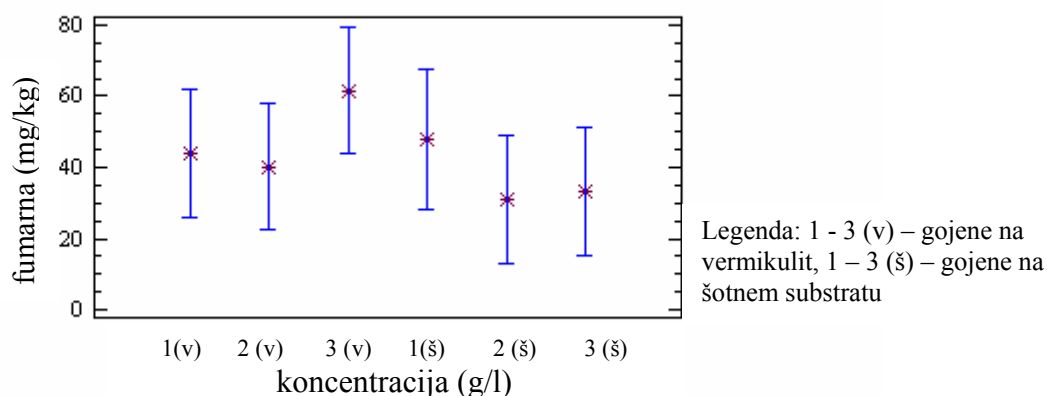
Preglednica 30: Minimalne, povprečne in maksimalne koncentracije fumarne kisline (mg/kg) v plodu paprike sorte 'Kapia'

Table 30: Minimal, average and maximal concentrations of fumaric acid (mg/kg) measured in pepper fruits cv. 'Kapia'

Fumarna kislina		Vrednosti (mg/kg)		
koncentracija	substrat	minimalna	povprečje	maksimalna
1	v	33,83	43,80 a	63,03
2	v	9,01	40,27 a	112,45
3	v	2,31	61,61 a	117,94
povprečje		15,05	48,56	97,81
1	š	15,06	47,71 a	114,49
2	š	5,66	31,13 a	71,78
3	š	14,07	33,16 a	67,66
povprečje		11,60	37,33	84,64

Legenda: v - vermikulit, š - šota

vrednosti in 95 % LSD interval



Slika 35: Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Kapia' in 95 % LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

Figure 35: Average concentrations of fumaric acid (mg/kg) in pepper fruits of cv. 'Kapia' with treatments and 95 % LSD intervals for the concentration of fumaric acid with regard to the concentration of nutrient solution (g/l).

Sorta 'Kapia' doseže največjo povprečno koncentracijo fumarne kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je ta najvišja povprečna vrednost dosežena pri 1 g/l (preglednica 30). Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Paprika je zelenjadnica (vrtnina), ki je zadnjem času vedno bolj priljubljena. V Sloveniji se intenzivnost pridelave povečuje iz leta v leto. Potrošnik zahteva od pridelovalca ne samo primerno težo plodov, temveč tudi primerno kvaliteto. Primerna kvaliteta se v očeh potrošnika izraža na podlagi njegove vizualnosti - barva, velikost in oblika plodov. Sekundarnega pomena je okus, ki ga potrošnik zazna šele po pripravi.

Barva, masa in velikost plodov so sortno pogojene lastnosti. Medtem, ko na barvo in težo vpliva stopnja zrelosti plodu, na velikost plodov na vplivajo pridelovalne razmere.

Okus paprike je odvisen od razmerja oziroma harmonije med sladkorji in kislinami. Ta lastnost je delno sortno pogojena, vendar se v veliki meri da nanjo vplivati z načinom gnojenja in pridelave.

V tem poizkusu je poudarek na vsebnost sladkorjev in kislin v plodovih paprike gojenje na hidroponski način, pri katerem smo nadzirali dodajanje hranilne raztopine. Preizkušali smo različne tipe plodov paprike, različne koncentracije hranilne raztopine in dva substrata.

Za gojenje sem izbral hidroponski način v loncih. To mi je omogočilo kontrolirano dodajanje hranilne raztopine, prav tako pa tudi nemoteno opazovanje rasti, cvetenja in razvoj ter zorenja plodov. S tem načinom pridelovanja izključimo vse sekundarne vzroke propada rastlin, kot so npr. talne bolezni in škodljivci.

Pri izbiri tipa plodov paprike sem se osredotočil na najbolj prodajani tip plodu, ki se imenuje babura. Iz te skupine smo imeli sorto A ('Bianca F1') in sorto B ('California Wonder'). Prva sorta je hibrid in v Sloveniji velja za normativ dobre in okusne paprike. Masa plodov je v povprečju okoli 110 g. Barva plodu je rumena, v polni zrelosti pa rdeča. Druga sorta je sorta, njen plod je zelene barve nekoliko večji od prejšnje sorte. Sama rastlina ustvari nekoliko večjo listno površino, ki pa je zaradi tega bolj dovzeten za okužbe in napade škodljivcev.

Tretja sorta, ki smo jo vključili v poizkus je sorta C ('Kapia'), ki po obliki plodu spada v podolgovate paprike. Sama rastlina je nekoliko bujnejše rasti in njen cvetni nastavek je večji. Plodovi so v povprečju težki 25 - 30 g, v določenih primerih tudi do 50 g.

Pri izbiri substrata sem se odločil za dva, ki veljata za najbolj nevtralna in sicer za vermikulit in šota. Uporabljal sem vermikulit standardne velikosti ter belo šoto.

Rastline so bile posajene v lonce črne barve, s katero smo preprečili segrevanje koreninske grude. Pod vsak lonec smo položili podstavek.

V poizkusu se je v večini primerov pokazal kot boljši vermikulit, ker je bolj porozen in zaradi njegove lastnosti rastlina sprejme toliko hranil koliko jih potrebuje.

Podgoršek (2003) je uporabljal štiri različne koncentracije hranilne raztopine. Ugotovil je, da se je večja masa plodov, število cvetov, vsebnost sladkorjev in kislin v plodu razvili na rastlinah, ki so bile gnojene z nižjimi koncentracijami hranilne raztopine. Na podlagi njegovih ugotovitev smo se odločili za naslednje tri koncentracije in sicer 1, 2 in 3 g hranila/l vode.

Prav tako je Osvald (2001) na poizkusu na paradižniku ugotovil, da gostota rastlin ne vpliva na vsebnost sladkorjev in kislin v plodovih.

Koncentracija hranilne raztopine bistveno vpliva na težo plodov in na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike.

Hranilno raztopino smo pripravljali z že pripravljenimi kompleksnimi gnojili, ki omogočajo hidroponsko gojenje paprike. Njihova lastnost je, da ustvarjajo optimalne rastne razmere in rastline oskrbijo s potrebnimi hranili. Izmerjeni podatki za pH vrednosti so bili v mejah optimalnih vrednosti, med 6 in 7 pH. EC vrednost pa se je spreminjala tekom obravnavanja, s poizkusom smo ugotovili, da je optimalna koncentracija hranilne raztopine za gojenje paprike 1 g gnojila/l vode.

Poizkus je potekal v dveh obdobjih (od oktobra 2004 do decembra 2004 in od marca 2005 do junija 2005). Po datumu bi lahko sklepali, da so bile vremenske razmere ugodne, vendar temu ni bilo tako. Podrobno gibanje temperatur je ponazorjeno z grafi, kjer je razvidno, da so bile razmere še zlasti spomladi 2005 izjemno neugodne. V obdobju raziskave je bilo veliko temperaturnih nihanj, kar je negativno vplivalo na pridelovalne razmere.

Plodove paprike smo pobirali dvakrat, in sicer ob koncu prvega in ob koncu drugega opazovalnega obdobja. Stehtali in zabeležili njihovo težo ter za nadaljnjo analizo izbrali vzorčne plodove. Nadaljnja laboratorijska analiza se je osredotočila na vsebnost sladkorjev in kislin v plodovih. Dobljene rezultate smo statistično obdelali.

Laboratorijska analiza na vrednost sladkorjev in kislin je pokazala, da v povprečju rastline dosežejo večjo vrednost sladkorjev pri večjih koncentraciji hranilne raztopine.

Za največje povprečne vrednost saharoze je značilno, da je bila dosežena pri 3 g hranila/l vode. Ta vrednost je bila dosežena pri vseh treh sortah gojenih na vermikulitu, kot gojene na šoti.

Glukoza je prav tako dosegla svoje največje povprečne vrednosti pri rastlinah gojene na vermikulitu in sicer pri koncentracijah hranilne raztopine 3 g/l pri sorti 'California Wonder' in 2 g/l pri sorti 'Kapia', le pri sorti 'Bianca F1' je bila ta koncentracija 1 g/l. Med tem, ko na šoti je bila ta koncentracija 2 g/l pri sortah 'Bianca F1' in 'Kapia', le pri sorti 'California Wonder' je bila ta vrednost 1 g/l.

Najvišje vrednosti na vsebnost fruktoze so bile dosežene pri rastlinah gojene na vermikulitu pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l pri sorti 'Bianca F1', in 2 g/l pri sortah 'California wonder' in 'Kapia'. Na šoti je bila ta koncentracija prav tako 1 g/l pri 'California Wonder' in 2 g/l pri 'Bianca F1' in 'Kapia'.

Do statistično značilnih razlik na vsebnost saharoze pride pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' gojenih na vermikulitu, med tem ko pri sorti 'Kapia' ni zaznati statistično značilnih razlik.

Pri glukozi se statistično značilne razlike pojavijo le pri sorti 'Kapia' gojene na vermikulitu. Pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' ni zaznati statističnih značilnih razlik.

Statistično značilne razlike se pri fruktozi pojavijo le pri sorti 'Bianca F1' tako na vermikulitu, kot na šoti. Pri sortah 'California Wonder' in 'Kapia' ni zaznati statističnih značilnih razlik.

Največja povprečna vrednost citronske kisline je bila dosežena pri 3 g/l hranilne raztopine pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' in pri 2 g/l pri sorti 'Kapia' gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je bila ta vrednost pri sorti 'Bianca F1' 1 g/l in pri sortah 'California Wonder' in 'Kapia' 2 g/l.

Jabolčna kislina je dosegla največjo povprečno vrednost pri 2 g/l hranilne raztopine pri sortah 'Bianca F1' in 'Kapia' in pri 3 g/l pri sorti 'California Wonder' gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je bila ta vrednost pri sorti 'Bianca F1' 3 g/l, pri sorti 'California Wonder' 2 g/l in pri sorti 'Kapia' 1 g/l.

Največja povprečna vrednost šikimske kisline je bila dosežena pri 3 g/l hranilne raztopine pri sorti 'Bianca F1', pri sorti 'California Wonder' 1 g/l in pri sorti 'Kapia' 2 g/l gojene na vermikulitu kot na šoti.

Fumarna kislina je dosegla svoje največje povprečne vrednosti pri 3 g/l hranilne raztopine pri sortah 'Bianca F1' in 'Kapia' in pri sorti 'California Wonder' 1 g/l gojene na vermikulitu, med tem ko na šoti je bila ta vrednost pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' 2 g/l in pri sorti 'Kapia' 1 g/l hranilne raztopine.

Na vrednost jabolčne in fumarne kisline ni zaznati statistično značilnih razlik pri vseh treh sortah paprike in obravnavanjih. Statistično značilne razlike se pojavijo na vsebnost citronske in šikimske kisline le pri sorti 'Kapia' gojene na vermikulitu, kot na šoti. Med tem ko ni zaznati statistično značilnih razlik pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' na vrednost citronske in šikimske kisline.

Torej trdim, da so bile odločitve o načinu gojenja, substratu, sorti rastlin in koncentraciji hranilne raztopine pravilne.

5.1.1 Analiza sladkorjev in kislin

Analiza vsebnosti sladkorjev in kislin v plodu paprike je pokazala, da je obstaja statistično značilna povezava med opazovanimi spremenljivkami.

Največjo povezavo med opazovanimi spremenljivkami je analiza pokazala pri saharozi, glukoza, fruktozi in citronski kislini in sicer 99 % intervalom zaupanja. Nekoliko manj pri jabolčni kislini 95 % in še manj pri šikimski in fumarni kislini, kjer je 90 % interval zaupanja. Te vrednosti so za rastline gojene na vermikulitu.

Na šoti je ta interval zaupanja še večji. Tu lahko z zagotovostjo trdimo, da obstaja statistična značilna povezava med opazovanimi spremenljivkami. 99 % interval zaupanje je analiza pokazala pri saharozi, glukozi, fruktozi, citronski in jabolčni kislini, 95 % interval zaupanja pa pri šikimski in fumarni kislini.

Nadaljnja analiza pokaže, da s tem modelom lahko obrazložimo vrednost posamezne spremenljivke v poizkusu. Na vermikulitu je s tem modelom lahko obrazložimo 41,00 % variabilnosti saharoze, 48,49 % glukoze, 39,39 % fruktoze, 40,42 % citronske kisline, 31,40 % jabolčne, 15,77 % šikimske in 22,20 % fumarne kisline.

Na šoti pa 47,37 % saharoze, 64,96 % glukoze, 35,76 % fruktoze, 37,15 % citronske, 46,56 % jabolčne, 27,68 % šikimske in 26,22 % variabilnosti fumarne kisline.

5.1.2 Analiza sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na vermikulitu

Na vsebnost posameznih sladkorjev in kislin v plodu paprike, vpliva tudi njihova medsebojna interakcija in koncentracija hranilne raztopine.

Pri gojenju na vermikulitu je analiza pokazala, da na vsebnost saharoze pozitivno vpliva vsebnost glukoze, citronske kisline in koncentracija hranilne raztopine. Negativni vpliv pa imajo fruktoza, jabolčna, šikimska in fumarna kislina.

$$\text{saharoz} = - 4,64777 - 0,542503 * \text{jabolčna} + 0,764775 * \text{glukoza} - 0,0201152 * \text{fumarna} - 0,470677 * \text{fruktoza} + 1,79493 * \text{citronska} - 0,032886 * \text{šikimska} + 1,48818 * \text{koncentracija} \quad \dots (2)$$

Pozitivni vpliv na vsebnost glukoze je s strani saharoze, fruktoze, fumarne in šikimske kisline ter koncentracija hranilne raztopine, negativni vpliv pa imata citronska in jabolčna kislina.

$$\text{glukoza} = 6,4995 + 0,0139462 * \text{fumarna} + 0,810611 * \text{fruktoza} - 1,14657 * \text{citronska} - 0,804559 * \text{jabolčna} + 0,296478 * \text{saharoz} + 0,0356299 * \text{šikimska} + 0,588669 * \text{koncentracija} \quad \dots (3)$$

Na vsebnost fruktoze pozitivno vpliva glukoza, citronska in jabolčna kislina, negativno pa saharoza, fumarna in šikimska kislina ter koncentracija hranilne raztopine.

$$\text{fruktoza} = 5,88175 + 0,945637 * \text{citronska} - 0,00794324 * \text{fumarna} + 0,337857 * \text{glukoza} + 0,729005 * \text{jabolčna} - 0,0760506 * \text{saharoza} - 0,000638471 * \text{šikimska} - 0,536558 * \text{koncentracija} \dots (4)$$

Na vsebnost citronske kisline pozitivno vpliva vsebnost fruktoze, saharoze, šikimske kisline in koncentracija hranilne raztopine, negativni vpliv pa je zaznati s strani glukoze, fumarne in jabolčne kisline.

$$\text{citronska} = 0,891101 + 0,128861 * \text{fruktoza} - 0,00500046 * \text{fumarna} - 0,0651205 * \text{glukoza} - 0,250252 * \text{jabolčna} + 0,0395207 * \text{saharoza} + 0,00473272 * \text{šikimska} + 0,43628 * \text{koncentracija} \dots (5)$$

Na vsebnost jabolčne kisline pozitivno vpliva vsebnost fruktoze, fumarne in šikimske kisline ter koncentracija hranilne raztopine, negativno pa glukoza, saharoza in citronska kislina.

$$\text{jabolčna} = 1,23428 - 0,0733395 * \text{glukoza} + 0,00541173 * \text{fumarna} + 0,159437 * \text{fruktoza} - 0,401643 * \text{citronska} - 0,0191709 * \text{saharoza} + 0,00753857 * \text{šikimska} + 0,401847 * \text{koncentracija} \dots (6)$$

Na vsebnost šikimske kisline pozitivno vpliva glukoza, jabolčna in citronska kislina, negativno pa saharoza, fruktoza, fumarna kislina in koncentracija hranilne raztopine.

$$\text{šikimska} = - 8,35368 - 0,749064 * \text{saharoza} + 4,85912 * \text{jabolčna} + 2,09345 * \text{glukoza} - 0,104133 * \text{fumarna} - 0,0900054 * \text{fruktoza} + 4,89601 * \text{citronska} - 3,96439 * \text{koncentracija} \dots (7)$$

Na vsebnost fumarne kisline pozitivno vpliva glukoza, jabolčna in koncentracija hranilne raztopine, negativno pa saharoza, fruktoza, citronska in šikimska kislina.

$$\text{fumarna} = 39,9754 - 2,0094 * \text{fruktoza} - 9,28287 * \text{citronska} + 1,47043 * \text{glukoza} + 6,25957 * \text{jabolčna} - 0,822191 * \text{saharoza} - 0,186866 * \text{šikimska} + 10,6575 * \text{koncentracija} \dots (8)$$

5.1.3 Analiza sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na šoti

Na vsebnost saharoze v plodu paprike gojene na šoti je analiza pokazala, da pozitivno vpliva glukoza, jabolčna in citronska kislina ter koncentracija hranilne raztopine, negativno pa fruktoza, fumarna in šikimska kislina.

$$\text{saharoza} = - 11,733 + 1,14072 * \text{jabolčna} + 1,12256 * \text{glukoza} - 0,0402093 * \text{fumarna} - 0,616525 * \text{fruktoza} + 1,24219 * \text{citronska} - 0,0406132 * \text{šikimska} + 1,66003 * \text{koncentracija} \dots (9)$$

Na vsebnost glukoze pozitivno vpliva vsebnost fruktoze, saharoze, šikimske, fumarne kisline in koncentracija hranilne raztopine, negativno pa citronska in jabolčna kislina.

$$\text{glukoza} = 13,2925 + 0,00946658 * \text{fumarna} + 0,507396 * \text{fruktoza} - 0,0639275 * \text{citronska} - 1,8177 * \text{jabolčna} + 0,23387 * \text{saharoza} + 0,00669974 * \text{šikimska} + 0,404535 * \text{koncentracija} \dots (10)$$

Na vsebnost fruktoze pozitivno vpliva glukoza, citronska in jabolčna kislina, negativno pa saharoza, fumarna in šikimska kislina ter koncentracija hranilne raztopine.

$$\text{fruktoza} = 4,3004 + 0,741962 * \text{citronska} - 0,00929419 * \text{fumarna} + 0,475811 * \text{glukoza} + 0,926221 * \text{jabolčna} - 0,120449 * \text{saharoza} - 0,0134231 * \text{šikimska} - 0,824325 * \text{koncentracija} \quad \dots(11)$$

Na citrinski kislino pozitivno vpliva vsebnost saharoze, fruktoze, šikimske kisline in koncentracija hranilne raztopine, negativno pa glukoza, jabolčna in fumarna kislina.

$$\text{citronska} = 0,22075 + 0,105371 * \text{fruktoza} - 0,00278028 * \text{fumarna} - 0,00851359 * \text{glukoza} - 0,0958109 * \text{jabolčna} + 0,0344652 * \text{saharoza} + 0,0153125 * \text{šikimska} + 0,0138294 * \text{koncentracija} \quad \dots(12)$$

Na jabolčno kislino pozitivno vpliva saharoza, fruktoza, šikimska in fumarna kislina ter koncentracija hranilne raztopine, negativno pa glukoza in citronska kislina.

$$\text{jabolčna} = 4,13162 - 0,224489 * \text{glukoza} + 0,00232438 * \text{fumarna} + 0,121984 * \text{fruktoza} - 0,0888513 * \text{citronska} + 0,0293507 * \text{saharoza} + 0,00377792 * \text{šikimska} + 0,28975 * \text{koncentracija} \quad \dots(13)$$

Na vsebnost šikimske kisline v plodu paprike pozitivno vpliva glukoza, jabolčna in citronska kislina, negativno pa saharoza, fruktoza, fumarna kislina in koncentracija hranilne raztopine.

$$\text{šikimska} = 27,1861 - 0,877994 * \text{saharoza} + 3,17422 * \text{jabolčna} + 0,695208 * \text{glukoza} - 0,155767 * \text{fumarna} - 1,48533 * \text{fruktoza} + 11,931 * \text{citronska} - 1,63222 * \text{koncentracija} \quad \dots(14)$$

Na fumarno kislino pozitivno vpliva glukoza in jabolčna kislina, negativni vpliv pa imajo fruktoza, saharoza, citronska in šikimska kislina ter koncentracija hranilne raztopine.

$$\text{fumarna} = 76,0155 - 2,5594 * \text{fruktoza} - 5,39109 * \text{citronska} + 2,44459 * \text{glukoza} + 4,86012 * \text{jabolčna} - 2,16325 * \text{saharoza} - 0,387642 * \text{šikimska} - 7,34646 * \text{koncentracija} \quad \dots(15)$$

5.2 SKLEPI

Z raziskavo sem ugotovil:

- Hidroponski način gojenja rastlin primeren za izvedbo poizkusa o vsebnosti sladkorje in kislin v plodu paprike.
- Dosežena masa plodov je odvisna od sorte in koncentracije hranilne raztopine ter temperature in sončnega obsevanja.
- Najbolj primerna koncentracija hranil za sorti 'Binaca F1' in 'California Wonder' je 1 g gnojila/lvode Pri tej koncentraciji sta dosegli največje posamezne mase plodov sorti 'Bianca F1' (145 g) in 'California Wonder' (179 g).
- Za sorto 'Kapia'(45 g) je ta koncentracija 2 g/lvode.
- Za paprike tipa babura (sorta 'Bianca F1' in sorta 'California Wonder') boljše uspevajo pri koncentracijah hranilne raztopina 1 g/l vode, medtem ko podolgovati tip plodu pa pri 2 g/l vode.
- Prav tako paprika tipa babura (sorta 'Bianca F1' in sorta 'California Wonder') bolje uspevata na vermikulitu. Posledično so na omenjenem substratu večji pridelki in večja kakovost plodov.
- Podolgovati tip plodu (sorta 'Kapia') pa bolje uspeva na šoti.
- Rastline gojene v vermikulitu so razvile gostejšo koreninsko grudo, kot tiste gojene na šoti.
- Gostota koreninska gruda se zmanjšuje z zvišanjem koncentracije hranilne raztopine.
- Saharoza je imela največjo povprečno vrednost pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l, ne glede na sorto.
- Na vsebnost saharoze ne vpliva medij gojenja.
- Glukoza je imela največjo povprečno vrednost pri sorti 'Bianca F1' pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l, pri sorti 'California Wonder' pri 3 g/l in pri sorti 'Kapia' pri 2 g/l, vse tri gojene na vermikulitu.
- Fruktioza je imela največjo povprečno vrednost pri sorti 'Bianca F1' pri 2 g/l, pri sorti 'California Wonder' pri 1 g/l in pri sorti 'Kapia' pri 2 g/l gojenih na šoti.
- Citronska kislina je imela največjo povprečno vrednost pri sorti 'Bianca F1' pri 1 g/l, pri sorti 'Kapia' 2 g/l gojene na šoti, le pri sorti 'California Wonder' pri 3 g/l gojene na vermikulitu.
- Jabolčna kislina je imela največjo povprečno vrednost pri sortah 'Bianca F1' in 'Kapia' pri 2 g/l gojene na vermikulitu, pri sorti 'California Wonder' je bila ta koncentracija hranilne raztopine prav tako 2 g/l, le pri rastlinah gojenih na šoti.

- Šikimska kislina je imela največjo povprečno vrednost pri sorti 'Bianca F1' pri 3 g/l in pri sorti 'Kapia' pri 2 g/l, gojenih na šoti. Pri sorti 'California Wonder' je bila največja povprečna vrednost šikimske kisline dosežena pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l, gojenih na vermikulitu.
- Fumarna kislina je imela največjo povprečno vrednost pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' pri 3 g/l, gojenih na šoti, med tem ko pri sorti 'Kapia' je bila ta vrednost dosežena pri 3 g/l gojenih na vermikulitu.
- Na vsebnost sladkorjev močno pozitivno vplivajo povečanjem temperature in intenzivnost sončnega obsevanja.
- Na vsebnost kislin pa negativno vpliva zviševanje temperature in intenzivnost sočnega obsevanja.
- Med opazovanimi spremenljivkami je z 99 % intervalom zaupanja statistično značilna povezava med saharozo, glukozo, fruktozo in citronsko kislino na vermikulitu in za saharozo, glukozo, fruktozo, citronsko in jabolčno kislino na šoti.
- Rezultati opravljene raziskave potrjujejo delovno hipotezo, da koncentracija hranilne raztopine vpliva na maso plodov in na količino sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike.
- Na tej osnovi lahko trdimo, da če želimo pridelati papriko, ki bo vsebovala čim več sladkorjev in organskih kislin, moramo upoštevati tip plodu, rastne razmere in primerno koncentracijo hranilne raztopine.
- Za tip plodu babura (sorti 'Bianca F1' in 'California Wonder') je primerna koncentracija 1 g hranila/1 vode, med tem ko za podolgovati tip ('Kapia') je ta koncentracija hranilne raztopine 2 g/l.
- Prav tako je bilo dokazano, da paprikam tipa babura ustreza bolj porozen substrat, kot podolgovatemu tipu.
- V naslednjih raziskava bi bilo smotrno raziskati vpliv stresa na kvaliteto plodov paprike.
- Prav tako bi bilo smotrno raziskati vsebnost askorbinske kisline in karatenoidov.

6 POVZETEK (SUMMARY)

6.1 POVZETEK

Z nalogo smo želeli ugotoviti vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na hidroponski način.

Z raziskavo smo ugotovili, da je najbolj primerna koncentracija hranilne raztopine za paprike tipa babura (sorti 'Bianca F1' in 'California Wonder') 1g hranila/1 vode, za paprike podolgovatega tipa ('Kapia') pa 2 g hranila/1 vode. Ti dve koncentraciji sta pokazali najboljše rezultate.

Povprečna in največja masa posameznega ploda pri rastlinah gojenih na vermikulitu pri sortah 'Bianca F1' in 'California Wonder' je bila najboljša pri koncentraciji 1 g hranila/1 vode, pri sorti 'Kapia' v pa pri 2 g/1 vode.

Pri največji koncentraciji hranilne raztopine, to je pri 3 g/l, so bili plodovi ne glede na sorto lažji in manjši.

Laboratorijska analiza je pokazala, da na vsebnost sladkorjev in kislin vpliva koncentracija hranilne raztopine.

Optimalna koncentracija hranilne raztopine na vsebnost saharoze in fruktoze je 2 g/l ter glukoze 3 g/l pri paprikah gojenih na vermikulitu. Pri sorti 'Bianca F1' pride do odstopanj vsebnosti saharoze in glukoze (1 g/l) in fruktoze (3 g/l). Pri sorti 'Kapia' pride do odstopanj na vsebnost saharoze (3 g/l).

Pri paprikah gojenih na šoti je optimalna koncentracija hranilne raztopine na vsebnost saharoze pri 3 g/l, glukoze pri 1 g/l in fruktoze pri 2 g/l. Odstopanja na vsebnost saharoze se pojavijo pri sorti 'California Wonder' (2 g/l) in vsebnosti fruktoze (1 g/l) ter pri sorti 'Kapia' na vsebnost glukoze (3 g/l).

Optimalna koncentracija hranilne raztopine na vsebnost citronske in jabolčne je 2 g/l, šikimske 1 g/l in fumarne kisline 3 g/l, za rastline gojene na vermikulitu.

Do odstopanj na vsebnost citronske kisline pride pri sorti 'Bianca F1' (1 g/l), jabolčne pri sorti 'California Wonder' (3 g/l), šikimske kisline pri sorti 'Kapia' (2 g/l) ter fumarne kisline pri sorti 'California Wonder' (1 g/l).

Za rastline gojene na šoti je analiza pokazala, da je optimalna koncentracija hranilne raztopine na vsebnost citronske kisline 1g/l, jabolčne in šikimske kisline 3 g/l ter fumarne 2 g/l hranilne raztopine.

Razlike se pojavijo pri sorti 'Kapia', kjer je analiza pokazala da je za to sorto optimalna koncentracija citronske, jabolčne in šikimske kisline 2 g/l, za fumarne pa 1 g/l.

6.2 SUMMARY

We have researched contents of sugar and acid in sweet pepper fruits grown on hydroponic system.

In the research we have determined that the most suitable nutrient concentration for the pepper fruit tip babura (cv.s 'Bianca F1', 'California Wonder') are 1 g nutrient/1 water and 2 g/l for the longish tip of pepper fruit (cv. 'Kapia'). These two concentrations have indicated the best result in the research.

The average mass of single pepper fruits from the plant grown on vermiculate are at the nutrient concentration of 1 g/l for the cv. 'Bianca F1', 'California Wonder' and 2 g nutrient/1 water for the cv. 'Kapia'. The research has indicated the same results for the plants grown on peat as on vermiculite. The highest values are found at the nutrient concentration 1g/l for the cv. 'Bianca F1' and 'California Wonder'. For the cv. 'Kapia' that concentration are 2 g nutrient/1 water.

The pepper fruits are easier and smaller at the largest nutrient concentration (3 g/l).

The laboratorys analyzes have indicated that nutrient concentration has influenced the contents of sugar and acid.

Optimal nutrient concentration for the saccharose and fructose was 2 g/l and for the glucose 3 g/l for plants which have been grown on vermiculate. Deviation of the saccharose was found at cv. 'Bianca F1' (1 g/l) and cv. 'Kapia' (3 g/l), deviation of glucose at cv. 'Bianca F1' (1 g/l) and deviation of fructose at cv. 'Bianca F1' (3 g/l).

Optimal nutrient concentration for the saccharose was 3 g/l, for the glucose 1 g/l and for the fructose 2 g/l for pepper which have been grown on peat.

Deviation of the saccharose (2 g/l) and fructose (1 g/l) was found at cv. 'California Wonder'. Deviation of glucose was found on the cv. 'Kapia' (3 g/l).

Optimal nutrient concentration on value on contents for the citric and malic acid was 2 g/l, shikinic acid 1 g/l and fumaric acid 3 g/l for plants which were grown in vermiculate.

Deviation in the value of citric acid was found on cv. 'Bianca F1' (1 g/l), in the value of malic acid on cv. 'California Wonder' (3 g/l), in the value of shikinic acid on cv. 'Kapia' (2 g/l) and in the value of fumaric acid on cv. 'California Wonder' (1 g/l).

For the plants grown on peat, the analyze has indicated that the optimal nutrient concentration on value of citric acid was 1 g/l, for malic and shikimic acid 3 g/l and for fumaric acid 2 g/l of nutrient solution.

A comparison to previous analyses has indicated that the cv. 'Kapia' the optimal concentration for citric, malic and shikimic acid is 2 g/l and for fumaric acid 1 g/l.

7 VIRI

1. Alexander S., Clough G. 1998. Spunbonded rowcover and calcium fertilization improve quality and yield in bell pepper. *HortScience*, 33, 7: 1150 - 1152
2. Alloway B. J. 1990. Soil processes and the behavior of metals. V: Heavy metals in soils. Glasgow, Blackie and London: 7 - 28.
3. Bajec V. 1988. Vrtnarjenje pod folijo in steklom. Ljubljana, Kmečki glas: 419 str.
4. Belakbir A., Ruiz J.M., Romer L. 1998. Yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to bioregulators. *HortScience*, 33, 1: 85 - 87
5. Bergmann W. 1992. Nutritional disorders of plants. Stuttgart, New York Gustav Fischer Verlag Jena: 741 str.
6. Chemical land 21.com. 2005.
[http://www.chemicalland21.com/arokorhi/lifescience/foco/di - Malic %20ACID.html](http://www.chemicalland21.com/arokorhi/lifescience/foco/di-Malic%20ACID.html) (14.02.2006)
7. Citronska kislina. 2006.
<http://www.zrss.si/najdic/kemija/citrkisli.html> (14.02.2006)
8. Černe M. 1988. Plodovke. Ljubljana, Kmečki glas: 133 str.
9. De Witt H.C.D. 1978. Rastlinski svet. 2. zv. Semenovke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 378 str.
10. Dolenc K, Štampar F. 1997. An investigation of the application and contions od nalyses of HPLC methods for deterning of sugars an organic acid in fruits. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, 69: 99 - 106
11. Dolenc D. 2002. Vaje iz organske analize, navodila za laboratorijske vaje. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 128 str.
12. FAOSTAT. FAO Statistical Database. 2005.
<http://faostat.fao.org> (10.02.2006)
13. Fito - info. Informacijski sistem za varstvo rastlin. 2006.
[http://www.fito - info.bf.uni - lj.si](http://www.fito-info.bf.uni-lj.si) (10.02.2006)
14. Furlan J. 1981. Fiziologija prehrane in presnova rastlin. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTO za agronomijo: 236 str.
15. Jensen M.H., Collins W.L. 1985. Hydroponic vegetable production. *Horticultural Reviews*, 7: 484 - 553
16. Kadiri M. 1999. Effect of indol - 3 - actelic acid and coconut milk on the vegetables growth and yield of red pepper (*Capsicum annuum* L.). *Global Journal of Pure and Applied Science*, 5, 3: 313 - 316

17. Kitis M., Aktas M. 1997. Effect of manganese fertilization and nitrogen form on the content of vitamin C in pepper grown by NET. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 21, 1: 23 - 28
18. Krese M. 1989. Hidroponika. Ljubljana, Kmečki glas: 44 str.
19. Leskovec E. 1969. Morfološke značilnosti važnejših zelenjadnic. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 53 str.
20. Leskovec E. 1991. Hidropon v vrtnarstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 21 str.
21. Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press INC. San Diego: 889 str.
22. Mason J. 1990. Commercial Hydroponic. Kenthurst, Kangaroo press: 170 str.
23. Mengel K., Kirkby E. A. 1979. Principles of plant nutrition. International Potash Institute, Bern, Switzerland: 593 str.
24. Nigri F.M., Vasquez S., Morales L.A. 1997. Fertilization of pepper (*Capsicum annuum* L.) with N - P - K under plastic cover. Hortikultura Argentina, 16, 40 - 41: 64 - 67
25. Oeser V.R. 1993. Unterglasgemüsebau auf Steinwolle. Gemüse, 4: 233 - 235
26. Orešnik M., Sebenik D. 1995. Priprava vrtnin za trg. Tehnika in narava, 2, 3: 29 - 32
27. Osvald J., Kogoj - Osvald M. 1994. Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Ljubljana, Kmečki glas: 126 str.
28. Osvald J. 1997. Hidroponsko pridelovanje vrtnin. Delovno gradivo za seminar iz vrtnarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 64 str.
29. Osvald J., Kogoj - Osvald M. 1999. Gojenje paprike. Šempeter pri Gorici, Oswald: 36 str.
30. Osvald J., Petrovič N., Demšar J. 2001. Sugar and organic acid content of tomato fruits (*Lycopersicon lycopersicum* Mill.) grown on aeroponics at different plant density. Acta Alimentaria, 30 (1): 53 - 61
31. Pavlek P. 1979. Specialno povrčarstvo. Zagreb, Monografska publikacija, Zavod za povrčarstvo: 227 str.
32. Pavlek P. 1985. Specialno povrčarstvo. 2. izd. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti: 384 str.
33. Podgoršek J. 2003. Vpliv koncentracije hranilne raztopine na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike (*Capsicum annuum* L.). Magistrsko delo, Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 90 str.
34. Register Flore Slovenije. 2005.
<http://biser.zrc-sazu.si/FloVegiSi/Flo/> (10.10.2005)
35. Romić D., Romić M., Borošić J., Tomič J., Klačić Z. 1996. Reduction of potential groundwater contamination in the production of vegetables on mulch -

lysimetric study. V: Bericht über die 6. Lysimetertagung Lysimeter im Dienst des Grundwasserschutzes, Austria: 117 - 120

36. Saharoza. 2005.
<http://www.s-gimvic-lj.edus.si/projekti/timko/kemija/dina/saharoza.html>
(14.10.2005)
37. Schwarz D., Grosch R., Gross W., Hoffmann - Hergarten S. 2005. Water quality assessment of different reservoir types in relation to nutrient solution use in hydroponics. Agriculture Water Management, 71: 145 - 166
38. Shicimi acid pathway. 2005.
<http://w2.xrefer.com/entry/463422> (14.10.2005)
39. Shirvastava A.K. 1996. Effect of fertilazer leves and spacing on flowering, fruit set and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* var. *grossum* L.) cv. 'Bharat' F1. Advances in Plant Science, 9, 2: 171 - 175
40. Siviero P., Gallerani, M. 1992. La coltivazione del peperone. L'informatore agrario, 3: 37 - 64
41. Statistični urad Republike Slovenije. 2005.
<http://www.stat.si> (12.10.2005)
42. Vadnal K. 1998. Odzivanje slovenskih pridelovalcev poljščin in vrtnin na spremembe v cenah. V: Novi izzivi v poljedelstvu '98. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 83 - 87
43. Taiz L. in Zeiger, E. 1998. Plant Physiology, 2nd edition; Suderland, Snauer Associates: 792 str.
44. Zabri A.W., Burrage S.W., Munoz - Carpena R. 1998. The effects of vapour presure deficit (VPD) and enrichment with CO₂ on photosynthesis, stomatal conductance, transpiration rate and water use efficiency (Wue) of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) grown by NFT. Acta Horticulturae, 458: 351 - 356
45. Yongsan Product information. 2005.
<http://www.yci.co.kr/e-html/main-1.html> (11.10.2005)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Jožetu Osvaldu za strokovne nasvete pri praktičnem in teoretičnem delu magistrske raziskave.

Prof. dr. Franc Batiču in doc.dr. Martini Bavec se zahvaljujem za pregled dela in dopolnila k nalogi.

Zahvaljujem se sodelavcem Katedre za Vrtnarstvo za pomoč, ki so mi jo nudili pri izpeljavi poizkusa v rastlinjaku.

Hvala tudi doc. dr. Robertu Veberiču za pomoč in izpeljavo laboratorijskega dela naloge.

Zahvala tudi vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri izvedbi poizkusa in izdelavi magistrske naloge ter prijateljem, ki so s svojim znanjem pomagali pri nastajanju tega dela.

Najlepša hvala staršem, ki so mi omogočili začetek študija in za spodbudne besede v najtežjih trenutkih.

PRILOGA A

Dobljene vrednosti laboratorijske analize sladkorjev in kislin jeseni 2004

Priloga A1: Sladkorji jesen 2004 (g/kg)

Št. vzorca	saharoza	glukoza	fruktoza
1	5,75	17,48	16,42
2	2,77	15,28	17,44
3	0,90	11,13	8,90
4	2,80	14,87	14,74
5	2,84	15,81	17,96
6	1,32	14,97	13,34
7	3,37	13,99	12,32
8	1,72	19,24	13,62
9	1,69	17,81	10,37
10	1,51	20,00	11,56
11	1,94	16,63	11,76
12	1,46	14,01	9,80
13	1,94	14,49	10,35
14	2,18	14,55	9,46
15	0,31	11,53	7,47
16	0,86	15,96	14,47
17	1,10	17,79	13,74
18	1,28	17,02	13,85
19	3,33	13,92	17,19
20	3,27	15,22	15,41
21	1,84	11,37	14,88
22	1,07	14,58	17,16
23	2,60	11,47	11,27
24	3,49	18,68	29,29
25	0,34	13,00	9,73
26	1,41	11,38	10,98
27	0,36	12,35	10,66
28	3,13	14,89	10,84
29	0,00	15,82	12,33
30	0,00	19,08	13,18
31	0,00	10,59	8,56
32	0,00	13,31	10,70
33	0,00	21,97	16,00
34	3,57	17,27	16,88
35	0,00	13,63	13,21
36	2,65	12,66	10,18
37	2,76	9,32	10,33
38	1,98	13,90	11,30
39	2,24	14,54	12,51
40	0,82	13,46	17,17
41	1,23	13,03	18,35
42	1,85	9,02	10,69
43	0,00	12,74	12,03

44	0,00	21,55	13,10
45	0,00	15,52	13,02
46	1,42	14,86	12,79
47	0,00	21,74	11,76
48	0,00	11,73	10,94
49	0,00	12,99	12,25
50	0,00	12,57	10,86
51	0,00	16,75	11,36
52	1,65	15,06	13,18
53	2,87	19,77	11,10
54	3,45	21,94	18,56

Priloga A2: Kisline jeseni 2004

	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg
Št. vzorca	citronska	jabolčna	sikimska	fumarna
1	1,76	3,43	15,55	67,66
2	1,86	3,64	21,93	66,24
3	0,83	3,23	22,94	32,95
4	1,33	3,10	15,57	48,48
5	2,08	3,77	19,39	56,04
6	1,41	4,93	13,97	70,39
7	1,26	5,19	38,81	37,48
8	1,42	3,40	21,62	55,26
9	1,19	2,26	14,81	27,43
10	0,61	4,12	20,16	73,10
11	1,17	2,92	25,96	40,95
12	0,62	3,84	19,79	60,85
13	0,50	3,16	20,53	35,55
14	0,73	3,53	16,39	30,30
15	0,34	2,94	18,27	54,71
16	0,74	2,32	16,78	143,68
17	2,24	1,67	14,94	142,97
18	2,13	1,75	13,06	128,22
19	2,62	4,49	22,52	38,67
20	1,86	4,65	22,27	71,78
21	3,86	4,53	33,44	31,85
22	3,99	4,22	31,70	35,62
23	1,79	4,89	23,42	39,78
24	4,80	3,61	36,88	5,66
25	0,73	3,49	16,62	51,22
26	0,83	3,74	17,60	46,81
27	1,21	3,59	18,06	45,97
28	1,15	3,34	11,39	41,58
29	1,03	1,90	12,35	219,28
30	1,28	2,39	18,83	216,08
31	0,88	2,05	15,33	58,94
32	0,48	2,87	17,94	48,67
33	1,34	1,41	16,28	155,99
34	2,42	2,49	19,86	36,67
35	1,94	2,60	18,45	38,66
36	0,69	1,92	15,43	38,31
37	1,56	2,98	11,99	33,83
38	0,57	4,81	22,45	114,49
39	0,63	4,62	23,11	58,53
40	2,64	3,59	35,10	33,80
41	1,70	3,31	20,79	46,10
42	0,91	4,43	27,45	36,53
43	1,80	2,53	19,92	40,36
44	1,56	1,46	10,66	151,95
45	1,03	2,37	18,33	153,94
46	1,78	2,56	18,11	32,72
47	1,96	1,37	15,44	127,43

48	1,83	2,57	18,85	34,06
49	0,73	1,91	18,91	76,26
50	1,45	2,36	19,87	53,41
51	1,25	1,84	14,85	170,05
52	1,95	2,99	21,76	74,64
53	1,26	3,11	20,97	40,60
54	2,80	1,57	22,26	45,69

PRILOGA B

Dobljene vrednosti laboratorijske analize sladkorjev in kislin spomladi 2005

Priloga B1: Sladkorji spomladi 2005 (g/kg)

številka vzorca	g/kg	g/kg	g/kg
	saharoza	glukoza	fruktoza
1	2,24	22,44	13,45
2	2,21	22,87	12,47
3	5,82	25,40	16,53
4	1,03	20,12	13,87
5	11,49	23,65	13,53
6	9,21	23,89	13,01
7	6,55	21,19	13,66
8	5,36	19,80	14,52
9	6,44	19,13	13,53
10	2,79	20,87	14,24
11	9,81	34,33	20,55
12	7,86	19,96	13,16
13	2,19	14,81	10,40
14	5,62	16,37	12,08
15	3,63	18,35	21,71
16	1,01	14,90	12,38
17	1,48	15,53	16,81
18	1,07	16,75	15,95
19	9,88	24,42	14,73
20	8,39	28,55	16,81
21	10,09	19,36	12,07
22	3,62	24,99	15,36
23	3,94	22,90	13,24
24	2,13	25,19	16,67
25	7,41	18,44	12,82
26	27,29	15,88	10,67
27	11,10	25,58	16,37
28	10,03	23,68	14,99
29	11,67	19,80	13,54
30	2,44	18,94	14,34
31	2,72	26,18	17,83
32	4,93	20,77	16,02
33	1,67	26,78	12,65
34	3,61	18,48	13,44
35	0,32	20,74	13,84
36	6,24	16,76	13,41
37	4,35	24,08	13,90
38	16,51	13,88	8,45
39	11,85	20,21	11,56
40	19,29	25,15	10,81
41	21,89	23,17	11,11
42	8,65	13,80	7,03
43	17,43	24,65	15,90

44	30,03	29,55	16,88
45	39,17	25,08	13,93
46	27,70	24,09	17,60
47	17,47	23,54	14,74
48	5,25	24,33	17,30
49	2,55	21,15	13,54
50	9,49	23,54	19,55
51	3,72	11,56	8,01
52	6,75	22,05	15,37
53	2,78	12,34	9,99
54	0,32	6,91	6,69

Prologa B2: Kisline jeseni 2005

številka vzorca	g/kg		mg/kg	
	citronska	jabolčna	sikimska	fumarna
1	1,33	0,59	21,39	10,98
2	1,13	0,8	19,36	13,7
3	2,55	0,59	28,43	10,17
4	0,8	1,44	25,92	64,55
5	4,39	0,74	33,97	7,11
6	4,02	0,95	31,5	9,82
7	1,43	1,24	30,52	17,62
8	1,88	1,17	39,31	13,7
9	1,84	0,91	38,14	10,54
10	1,52	1,2	49,22	16,26
11	1,17	1,49	48,76	14,73
12	0,83	0,78	27,59	10,53
13	0,27	3,36	96,03	35,11
14	0,13	4,66	14,96	48,18
15	0,08	3,74	83,4	63,03
16	-	-	-	-
17	1,47	2,7	54,93	15,06
18	1,22	2,24	47,31	16,67
19	2,58	0,63	32,67	5,8
20	1,41	0,83	18,2	41,97
21	2,54	2,2	31,2	180,88
22	1,14	0,97	20,53	36,19
23	2,14	0,61	27,88	11,06
24	1,57	0,75	24,01	14,32
25	1,27	1,12	29,14	10,2
26	1,49	0	20,52	7,51
27	2,47	2,21	12,98	9,32
28	2,95	3,29	29,79	26,19
29	2	5,49	20,18	48,07
30	3,27	2,95	26,36	14,44
31	2,42	1,29	110,9	9,01
32	3,26	3,49	184,52	14,04
33	0,43	5,31	116,08	112,45
34	2,45	1,3	147,88	13,98
35	0,21	3,99	113,07	43
36	6,37	3,06	196,23	12,58
37	0,83	1,59	25,64	56,58
38	4,01	2,31	33,3	8,24
39	3,57	1,08	39,05	13,23
40	2,28	1,66	30,38	29,45
41	3,23	0,9	32,02	9,5
42	1,94	1,49	27,34	67,07
43	3,26	1,75	31,27	7,07
44	4,85	1,27	37,04	24,58
45	4,13	1,48	38,03	6,35
46	4,3	0,78	41,18	1,53
47	2,35	1,34	37,61	12,2

48	0,99	0,84	17,87	3,15
49	0,53	3,38	29,53	117,94
50	1,7	3,25	39,82	56,76
51	3,36	1,14	33,26	2,31
52	3,43	3,47	49,04	15,53
53	3,17	2,25	40,04	15,72
54	1,46	4,17	59,06	14,07

PRILOGA C

Podrobna sestava hranila Kristalon 19+6+20+3+Micro

Gnojilo po standardih EEU. NPK gnojilo, ki vsebuje magnezij 19+6+20+3 z mikroelementi. Je popolnoma raztopljivo v vodi in ima nizko vsebnost klora.

Sestava gnojila:

Ime elementa	Odstotek zastopanosti	Podrobnejša razdelitev	Odstotek zastopanosti
Makroelementi:			
Skupni dušik (N)	19 %	Nitratni N	11,9 %
		Amonijski N	7,1 %
Fosforjev petoksid (P ₂ O ₅)	6 %	Topljiv v nevtralnem amonijevem citratu in vodi	6 % (2,6 % P)
		Topljiv v vodi	6 % (2,6 % P)
Kalijev oksid (K ₂ O)	20 %	Topljiv v vodi	20 % (16,6 % K)
Magnezijev oksid (MgO)	3 %		3 % (1,8 Mg)
Mikroelementi:			
Bor (B)		Topljiv v vodi	0,025 %
Baker (Cu)		Topljiv v vodi	0,01 % , (0,007 % keltani EDTA)
Železo (Fe)		Topljiv v vodi	0,07 % , (0,07 % kelatni EDTA)
Mangan (Mn)		Topljiv v vodi	0,04 % (0,028 % keltani EDTA)
Molbiden (Mo)		Topljiv v vodi	0,004 %
Cink (Zn)		Topljiv v vodi	0,025 % , (0,018 % keltani EDTA)

EC= 1,4 mS/cm (1g/l)

Proizvajalec:

Hydro Agri Rotterdam B.V.

Maqssluissedijk 103

3133 KA VLAARDINGEN

The NEDERLANDS